



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 146599

**PERENCANAAN JALAN TOL KRIAN – LEGUNDI – BUNDER – MANYAR
STA 0+000 - STA 10+500 BERDASARKAN PERKERASAN KAKU METODE
BINA MARGA KABUPATEN SIDOARJO – KABUPATEN
GRESIK PROVINSI JAWA TIMUR**

PUTRI NUR DAYANA

NRP. 3116 040514

Dosen Pembimbing :

IR. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, MS.

NIP. 19603101989031004

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



**PERENCANAAN JALAN TOL KRIAN – LEGUNDI –
BUNDER – MANYAR STA 0+000 – 10+500
BERDASARKAN PERKERASAN KAKU METODE BINA
MARGA KABUPATEN SIDOARJO – KABUPATEN
GRESIK PROVINSI JAWA TIMUR**

PUTRI NUR DAYANA

NRP. 3116 040 514

Dosen Pembimbing :

IR. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, MS.

NIP. 19603101989031004

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUTJENJANG
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT (RC 146599)

**TOLL ROAD PLANNING KRIAN- LEGUNDI – BUNDER – MANYAR
STA 0+000 – STA 10+500 BASED ON RIGID PAVEMENT METHOD
OF BINA MARGA DISTRICT OF SIDOARJO- DISTRICT OF GRESIK
PROVINCE OF EAST JAVA**

PUTRI NUR DAYANA

NRP. 3116 040 514

ConsellorLecture :

IR. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO,MS.

NIP. 19603101989031004

**DIPLOMA STUDY PROGRAM FOUR FOLLOWING CIVIL
ENGINEERING ENGINEERING**

DEPARTMENT OF ENGINEERING INFRASTRUCTURE CIVIL

FACULTY OF VOCATION

INSTITUT TECHNOLOGY SEPULUH NOVEMBER

SURABAYA 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN JALAN TOL KRIAN – LEGUNDI BUNDER
– MANYAR STA 0+000 – STA 10+500 BERDASARKAN
PERKERASAN KAKU METODE BINA MARGA
KABUPATEN SIDOARJO – KABUPATEN
GRESIK PROVINSI JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
Pada

Program Studi Diploma IV Lanjut Jenjang Teknik
Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

Putri Nur Darsana
NPM 3116040314
Inspektur Oleh Pembimbing Tugas Akhir :
A. Achmad Faiz Hadi Prayitno MT
NIP 19871101989031004

02 AUG 2017

SURABAYA, JULI 2017

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “ Perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder STA 0+000 – STA 10+500 Menggunakan Perkerasan Kaku Metode Bina Marga Kota Sidoarjo – Gresik Jawa Timur” dapat terselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu bentuk tanggung jawab penulis dalam menyelesaikan pendidikan di Program Studi Diploma Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama penyusunan proposal ini, penulis banyak sekali mendapatkan bimbingan, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Yang terhormat :

1. Orang tua dan keluarga, yang telah memberikan doa, bimbingan, perhatian dan semangat.
2. Bapak Ir. Achmad Faiz Hadi Prayitno MT selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
3. Bapak Dr. Machsus, ST, MT selaku Ketua Program Studi Diploma Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
4. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Diploma Teknik Sipil ITS.
5. Teman-teman seperjuangan atas bantuan, saran, kritik dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini, yang membutuhkan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal ini.

Surabaya, 14 Juli 2

PERENCANAAN JALAN TOL KRIAN – LEGUNDI BUNDER
– MANYAR STA 0+000 – STA 10+500 BERDASARKAN
PERKERASAN KAKU METODE BINA MARGA KABUPATEN
SIDOARJO – KABUPATEN
GRESIK PROVINSI JAWA TIMUR

Nama : Putri Nur Dayana

NRP : 3116040514

Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Faiz Hadi PrayitnoMT

ABSTRAK

Dalam proses penulisan proposal tugas akhir ini, diambil judul mengenai perencanaan Jalan Tol Kawasan PKN GERBANGKERTOSUSILA Krian – Legundi - Bunder pada STA 0+000 – STA 10+000. Beberapa hal yang melatar belakangi perencanaan Jalan Tol ini adalah posisi terminal teluk lamong yang berada di wilayah administrasi Kota Surabaya sisi utara dan berdekatan dengan Kabupaten Gresik diperkirakan akan memberikan pengaruh bangkitan lalu lintas, dengan prosentase kendaraan berat 185.096 kendaraan/hari (container), kondisi jalan lama pada JL. Legundi – Gresik, JL. Krian Bypass, JL. Raya Gresik Lamongan dengan jumlah volume kendaraan 5903 smp/jam, v/c rasio ruas jalan didapatkan $> 0,75$ sehingga kecepatan rendah 15ment-20 km/jam, juga kondisi jalan lama *mix traffic* yang tidak memadai karena sebagian besar sudah terbangun dan memerlukan pembebasan lahan yang mahal sehingga sulit untuk pelebaran jalan serta jalan lama sering

rusak dikarenakan kendaraan berat yang melintasi melebihi kapasitas jalan.

. Pada geometrik jalan menggunakan Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Departemen Bina Marga 2003 dan perencanaan tebal perkerasan jalan dengan Perkerasan Beton Semen Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2003. Selanjutnya untuk perencanaan drainase dengan menggunakan Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan Satuan Standart Nasional 1994. Dan untuk perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kabupaten Sidoarjo.

Berdasarkan perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder pada awal perencanaan jalan tol 2/2UD derajat krjrnuhan (D/S) didapatkan 0,13 tahun 2019 hingga tahun 2034 (D/S) 0,805. Pada tahun 2034 (D/S) 0,297 Pelebaran jalan 4/2UD hingga tahun 2043 (D/S) 0,77sengga dibutuhkan pembahan lajur menjadi 6/2D. Pada geometrik jalan Alinyemen Horizontal terdapat 5 tikungan Pada tikungan PL 01 STA 0+826 – STA 1+221, memenuhi persyaratan $L_c 103,35 \text{ m} < 2 T_c 790 \text{ m}$, Pada tikungan PL 02 STA 2+347 – STA 3+044, PL 03 STA 3+044 – STA 4+553 memenuhi persyaratan $L_c \text{ PL } 02 243,175 \text{ m} < 2 T_c 1374 \text{ m}$, $L_c \text{ PL } 03 2790 \text{ m} < 2 T_c 3018 \text{ m}$, Pada tikungan PL 02 STA 2+347 – STA 4+553, PL 04 STA 7+202 – STA 7+576 memenuhi persyaratan $L_c \text{ PL } 04 97,86 \text{ m} < 2 T_c 784 \text{ m}$, PL 05 STA 9+248 – STA 9+700 memenuhi persyaratan $L_c \text{ PL } 05 118,2 \text{ m} < 2 T_c 586 \text{ m}$. Pada alinyemen vetrikal tedapat 3 alinyemen 1 STA 0+150 – STA 1+000 cembung, alinyemen 2 STA 0+575 – 1+839 cekung, dan alinyemen 3 STA 1+000 – 3+915 cekung. Tebal perkerasan yang digunakan pada pembangunan Tahap 1, Tahap 2, dan Tahap 3 yaitu tebal plat 270 mm menggunakan sambungan (BBDT). Pada perencanaan saluran drainase debit air $0,637 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}$, i (kemiringan saluran rencana) $0,69\% > i \text{ lapangan } 0,0025\%$, dan dimensi saluran $0,56 \text{ m}^2$. Rencana anggaran biaya pembangunan tahap 1 senilai (Sembilan

ratus empat puluh enam milyar lima puluh tujuh juta lima ratus ribu rupiah). Rencana anggaran biaya pembangunan tahap 2 senilai Rp 1.406.400.350.000,00 (Satu trilyun empat ratus enam milyar empat ratus juta tiga ratus lima puluh ribu rupiah). pembangunan tahap 3 senilai Rp 2.448.296.900,- (Dua trilyun empat ratus enam puluh delapan milyar dua ratus sembilan puluh enam juta sembilan ratus ribu rupiah).

Kata kunci : Perencanaan Jalan Tol, Kapasitas Jalan, Krian – Legundi – Bunder- Manyar, Bina Marga

TOLL ROAD PLANNING KRIAN- LEGUNDI –BUNDER – MANYAR
STA 0+000 – STA 10+500 BASED ON RIGID PAVEMENT METHOD
OF BINA MARGA DISTRICT OF SIDOARJO- DISTRICT OF

GRESIK PROVINCE OF EAST JAVA

Name	: Putri Nur Dayana
NRP	: 3116040514
Consellort Lecture	: Ir. Achmad Faiz Hadi PrayitnoMT
NIP	: 19603101989031004

ABSTRACK

Process of writing this final test, taken title about Toll Road Planning Krian – Legundi – Bunder – Manyar STA 0+000 – STA 10+500 Based On Rigid Pavement Method Of Bina Marga Districy Of Sidoarjo – District Of Gresik Province Of East Java. Some background thing this planning is the position of the terminal by lamong in the city of Gresik is the expected to give effect to the rise of the traffic .

On this geometric expressway using a freeway geometric for to toll road planning in Departement

PU Bina Marga 2013 and basedrigid pavement. Next to drainase planning based drainase planning in National Standart 1994, and

of coast budget pland using (HSPK) District of Sidoarjo – District of Gresik.

Based Toll Road Planning Krian – Legundi – Bunder – Manyar STA 0+000 – STA 10+500 Based On Rigid Pavement Method Of Bina Marga Districy Of Sidoarjo – District Of Gresik Province Of East Java. At the beginning oftoll road planning 2/2 UD (D/S) obtained 0.13 2019 year to 2043 (D/S)0,77 so it take widening to the road to be 6/2D. On geometrick alignment horizontal there are 5 bends. At the firs corner PL 01 STA 0+826 – STA 1+221, Meet the requirement $L_c 103,35 < 2 T_c 790 \text{ m}$, at the second corner PL 02 STA 2+347 – STA 3+044, PL 02 Meet the requirement $L_c \text{ PL } 02 \text{ } 243,175 \text{ m} < .$ ON the vertical alignment there are 3 alignment STA 0+150 – STA 1+000 convex , alignment 2 STA 0+575 – 1+839 sunken, and alighment 3 STA 1000 – 3+915. Pavement thinkness used in he first stage, second stage and three stage thick plate 270 mm using a connection (BBDT). On drainage channel planning $0.637 \frac{m^3}{detik}$, slope channel plan 0.69% > i lapangan 0,0025%, and channel dimention $0,56 \text{ m}^2$. Budget plant for development cost phrase 1 Rp Rp 946.457.500.000,- (Nine hundred forty six billion fifty seven million five hundred rupiah). Budget plant for development cost phrase 2 Rp 1.406.400.350.000,-) One trillion four hundred six billion four hundred million three hundred fifty thousand rupiah. And budget plant for coct phrase 3 Rp 2.448.296.900,- Two trillion four hundred sixty eight billion two hundred ninety six million nine hundred thousand rupiah.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
BERITA ACARA	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	V
DAFTAR TABEL	VI
DAFTAR LAMPIRAN	VII
ABSTRAK	VIII
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Lokasi Proyek.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Definisi – definisi jalan.....	7
2.2 Analisa Kapasitas Jalan.....	7
2.2.1 Arus Lalu- Lintas.....	7
2.2.2 Analisa Kapasitas	9
2.2.3 Kapasitas Dasar.....	10
2.2.4 Faktor Penyesuain Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (Few).....	11
2.2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Pemisah Arah (FCsp).....	12
2.2.6 Derajat Kejenuhan (DS).....	12
2.2.7 Kontrol Geometrik Jalan.....	12
2.3 Geometrik Jalan.....	13

2.3.1	Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol...	13
2.3.2	Median.....	14
2.3.3	Jarak Pandang.....	14
2.3.4	Alinyemen Horizontal.....	16
	3.3.4.1 AlinyemenHorizontal Panjang	
	Bagian Lurus.....	16
	3.3.4.2 Standar Bentuk Tikungan....	17
	3.3.4.3 Panjang Tikungan.....	20
	3.3.4.4 Superelevasi.....	21
	3.3.4.5 Lengkung Peralihan.....	25
2.3.5	Alinyemen Vertical.....	30
2.4	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan.....	38
2.4.1	Daya Dukung Tanah.....	38
2.4.2	Laju Rencana Dan Koefien	
	Distribusi.....	39
2.4.3	Umur Rencana.....	40
2.4.4	Pertumbuhan Lalu – Lintas.....	41
2.4.5	Lalu – Lintas Rencana.....	41
2.4.6	Faktor Keamanan Beban (Fkb).....	42
2.4.7	Sambungan Pelaksanaan	
	Memanjang.....	42
2.4.8	Sambungan Susut Melintang.....	43
2.4.9	Sambungan Pelaksanaan	
	Melintang.....	45
2.4.10	Sambungan Pelaksanaan	
	Melintang.....	45
2.4.11	Perencanaan Tulangan.....	45
2.5	Perencanaan Sistem Drainase Jalan.....	49
2.5.1	Sistem Drainase Permukaan Jalan.....	49
2.5.2	Drainase Permukaan.....	50
2.6	Perhitungan Anggaran Biaya.....	55

BAB 3. METODE PENELITIAN.....	57
3.1 Umum.....	57
3.2 Pekerjaan Persiapan.....	57
3.3 Tinjauan Pustaka.....	58
3.4 Pengumpulan Data.....	59
3.5 Analisa Kapasitas Rencana Jalan.....	59
3.6 Kontrol Geometrik Jalan.....	59
3.7 Tebal Perkerasan Rencana Jalan.....	60
3.8 Perencanaan Sambungan.....	60
3.9 Perencanaan Sistem Drainase.....	60
3.10 Gambar Rencana.....	60
3.11 Perhitungan Anggaran Biaya.....	60
BAB 4. ANALISA DATA.....	60
4.1 Umum.....	73
4.2 Pengumpulan Data.....	73
4.2.1 Peta Lokasi Proyek.....	74
4.2.2 Data Geometrik Jalan.....	74
4.2.3 Data Lalu – Lintas.....	74
4.2.4 Data CBR Tanah Dasar.....	75
4.2.5 Data Curah Hujan.....	75
4.3 Pengelolaan Data.....	76
4.3.1 Pengelolaan Data Lalu – Lintas.....	76
4.3.2 Pengelolaan Data Curah Hujan.....	84
4.3.3 Zona Kawasan Industri Sekitar Jalan Toll Krian – Legundi – Bunder - Manyar	86
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	89
5.1 Kondisi Wilayah.....	89
5.2 Perencanaan Geometrik Jalan.....	90
5.2.1 Kondisi Gemetrik Jalan.....	90
5.2.2 Menentukan Kapasitas Dasar (Co)..	96

5.2.3	Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu – Lintas (FCW).....	97
5.2.4	Pemisah Arah.....	98
5.2.5	Menghitung Derajat Kejenuhan (DS).....	98
5.2.6	Perencanaan Pelebaran Jalan Pada Penentuan 4/2D.....	99
5.2.7	Penentuan Pelebaran Jalan 6/2D.....	100
5.3	Penentuan Karakteristik Geometrik Perencanaan Jalan.....	101
5.3	Alinyemen Horizontal.....	102
5.4	Alinyemen Vertical.....	111
5.5	Perencanaan Perkerasan Kaku.....	120
5.5.1	Perhitungan Maksimum Beban Kendaraan.....	124
5.5.2	Perhitungan Tebal Pondasi Bawah Minimum.....	142
5.5.3	Perhitungan CBR Tanah Dasar Efektif.....	144
5.5.4	Kekuatan Beton Semen.....	144
5.5.5	Perencanaan Tebal Perkerasan Tahap 1.....	144
5.6	Perencanaan Sambungan Perkerasan.....	180
5.6.1	Sambungan Susut Melintang.....	180
5.6.2	Penulangan Pelat Beton.....	180
5.7	Perencanaan Saluran Drainase.....	182
5.8	Perencanaan Saluran.....	183
5.9	Metode Pelaksanaan.....	191
5.9.1	Pekerjaan Persiapan	
5.9.2	Urutan Pelaksanaan Pekerjaan	

	Galian.....	191
5.9.3	Urutan Pelaksanaan Pekerjaan timbunan.....	192
5.9.4	Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Beton.....	193
5.9.5	Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Rigid Dengan Alat Paver.....	197
5.10	Rencana Anggaran Biaya.....	199
5.10.1	Pembangunan Tahap 1.....	199
5.10.2	Rencana Anggaran Biaya Tahap 2.....	208
5.10.3	Analisa Harga Dasar Dan Upah Pembangunan Tahap 2.....	209
5.10.4	Analisa Harga Dasar Dan Upah Pembangunan Tahap 3.....	211
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN.....	213
	DAFTAR PUSTAKA.....	215

DAFTAR TABEL

2.1	Ekivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua – Arah Empat Lajur.....	8
2.2	Ekivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua – Arah Enam – Lajur.....	8
2.3	Kapasitas Jalan Bebas Hambatan Terbagi.....	10
2.4	Kapasitas Jalan Bebas Hambatan Tak Terbagi.....	10
2.5	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lintas (FCw).....	11
2.6	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).....	12
2.7	Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol.....	13
2.8	Perencanaan Median Pada Tol.....	14
2.9	Panjang Bagian Lurus Maksimum.....	16
2.10	Panjang Tikungan Minimum.....	20
2.11	Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan Dan Iklim.....	21
2.12	Koefisien Gesek Maksimum Berdasarkan VR.....	22
2.13	Panjang Jari – Jari Minimum.....	22
2.14	Ls Min Berdasarkan Waktu Perjalanan.....	26
2.15	Ls Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian	

	Melintang Jalan.....	27
2.16	Ls Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal..	28
2.17	Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang	
	Maksimum.....	29
2.18	Kelandaian Maksimum.....	31
2.19	Panjang Landai Kritis.....	32
2.20	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan Dan	
	Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur	
	Rencana.....	40
2.21	Faktor Keamanan Beban (FKB).....	42
2.22	Diameter Ruji Tergantung Pada Tebal Pelat Beton	44
2.22	Hubungan Kuat Tekan Beton Angka Ekvivalen Baja	
	Beton.....	47
2.23	Harga Koefisien Pengaliran (C) Dan Harga Faktor	
	Limpasan.....	52
4.1	Data Lalu – Lintas Tahun 2015.....	75
4.2	Data Curah Hujan.....	76
4.3	Golongan 1 Laju PDRB atas dasar harga Konstan...	76
4.4	Golongan II,III,IV Dan V Laju PDRB Atas Dasar	
	Harga Konstan.....	77
4.5	LHR Jalan Arteri.....	78
4.6	Tarif Pada Awal Umur Rencana Tahun.....	79
4.7	LHR Jalan Tol Krian – Menganti Kota Sidoarjo 2019	80
4.8	LHR Jalan Tol Krian – Legundi Kota Sidoarjo 2020	80

4.9	LHR Jalan Tol Krian – Legundi – Kota Sidoarjo 2021	81
4.10	LHR Jalan Tol Krian – Legundi – Kota Sidoarjo 2022	81
4.11	LHR Jalan Tol Krian – Legundi – Kota Sidoarjo 2023	81
4.12	Volume Kendaraan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar Kota Sidoarjo 2023 – Tahun 2058.....	82
4.13	Perhitungan Curah Hujan per Tahun.....	85
4.14	Daftar Pembangunan Zona Lalu – Lintas Kawasan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar.....	86
5.1	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	90
5.2	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	91
5.3	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	91
5.4	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	92
5.5	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	92
5.6	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	93
5.7	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	93
5.8	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	94
5.9	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	94
5.10	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	95
5.11	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	95
5.12	Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang.....	96
5.13	Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan.....	97
5.14	Kapasitas Dasar Jalan Besar Hambatan Terbagi.....	97

5.15	Rekapitulasi DS (2/2) UD.....	97
5.16	Rekapitulasi DS (4/2) D.....	98
5.17	Rekapitulasi DS (6/2UD).....	100
5.18	Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol.....	102
5.19	Distribusi Volume Kendaraan.....	121
5.20	LHR Perencanaan Perkerasan Kaku Tahap 2019.....	122
5.21	LHR Perencanaan Perkerasan Tahap 2034.....	122
5.22	LHR Perencanaan Perkerasan Kaku Tahap 2043.....	123
5.23	Data Muatan Maksimum Dan Pengelompokan Kendaraan Niaga.....	125
5.24	Pembagian Beban sumbu.....	131
5.25	Tabel Perhitungan Sumbu Berdasarkan Jenis Bebannya Pembangunan Tahap 1.....	133
5.26	Tabel Perhitungan Repetisi Sumbu Pembangunan Tahap 2.....	134
5.27	Tabel Perhitungan Sumbu Berdasarkan Jenis Bebannya Pembangunan Tahap 2.....	137
5.28	Tabel Perhitungan Repetisi Sumbu Pembangunan Tahap 2.....	138
5.30	Perhitungan Repetisi Sumbu Untuk Pembanguna Tahap 3.....	141
5.3.1	Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 210mm.....	146
5.3.2	Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 270mm.....	154

5.3.3	Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 230mm.....	154
5.3.4	Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 270mm.....	163
5.3.5	Rekapitulasi Perencanaan Sistem Drainase.....	163
5.3.6	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Tahap 1.....	208
5.3.7	Laju PDRB Rata – Rata.....	209
5.3.8	Analisa Harga Dasar Upah Pembangunan Tahap 2 Tahun 2035.....	210
5.3.9	Laju PDRB Rata – Rata.....	211
5.3.10	Analisa Harga Dasar Upah Pembangunan Tahap 3 Tahun 2044.....	212

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1 Tebal Pondasi Bawah Minimum Yang Digunakan Pembangunan Tahap 1.....	143
Grafik 5.2 Tebal Pondasi Bawah Minimum Yang Digunakan Pembangunan Tahap 2.....	143
Grafik 5.3 Tebal Pondasi Bawah Minimum Yang Digunakan Pembangunan Tahap 3.....	143
Grafik 5.4 CBR Tanah Dasar Efektif Yang Digunakan	
Grafik 5.5 Perencanaan lalu lintas luar kota dengan ruji, FKB = 1,2.....	145
Grafik 5.6 Perencanaan lalu lintas luar kota dengan ruji, FKB = 1,2.....	162
<i>Grafik 5.7 perencanaan lalu lintas luar kota dengan ruji Fkb = 1,2.....</i>	<i>172</i>
Grafik 5.8 Intensitas Hujan.....	186

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Provinsi Jawa Timur.....	6
Gambar 1.2 Rencana Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder	6
Gambar 2.1 Jarak Pandang Henti Pada Vertical Cembung	14
Gambar 2.2 Jarak Pandang Henti Pada Vertikal Cekung...	15
Gambar 2.3 Tikungan Berbentuk Lingkaran Full Circle (FC)	17
Gambar 2.4 Tikungan Berbentuk Spiral-Circle-Spiral (SCS)	18
Gambar 2.5 Tikungan Berbentuk Spiral-Spiral (SS).....	19
Gambar 2.6 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tingkungan.....	23
Gambar 2.7 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tingkungan tipe SCS.....	23
Gambar 2.8 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tingkungan tipe FC.....	24
Gambar 2.9 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tingkungan tipe SS.....	24
Gambar 2.10 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung.....	30
Gambar 2.11 Lajur Pendakian Tipikal.....	33
Gambar 2.12 Tipe - Tipe Lajur Darurat.....	34
Gambar 2.13 Jarak Pandang Henti Lebih Kecil Dari Pada Lengkung Vertical Cembung.....	37
Gambar 2.15 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen.....	39

Gambar 2.16	CBR Tanah Dasar Efektif Dan Tebal Pondasi Bawah.....	39
Gambar 2.17	Tipikal Sambungan Memanjang.....	43
Gambar 2.18	Ukuran Standart Penguncian Sambungan Memanjang.....	43
Gambar 2.19	Sambungan Pelaksanaan Yang Direncanakan Dan Yang Tidak Direncanakan Untuk Pengecoran Per Lajur.....	45
Gambar 2.20	Tipikal Sistem Drainase Jalan.....	51
Gambar 3.1	Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir.....	64
Gambar 3.2	Diagram Alir Analisis Kapasitas Jalan.....	65
Gambar 3.3	Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan.....	67
Gambar 3.4	Diagram Alir Kontrol Alinyemen Horisontal	69
Gambar 5.1	Manual Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam.....	125
Gambar 5.2	Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	148
Gambar 5.3	Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT.....	149
Gambar 5.4	Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	150
Gambar 5.4	Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRG.....	151
Gambar 5.5	Analisa fatik dan beban repetisi ijin STdRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	152

Gambar 5.6 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton.....	153
Gambar 5.7 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	156
Gambar 5.8 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT.....	157
Gambar 5.9 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	158
Gambar 5.10 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRG.....	159
Gambar 5.11 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STdRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	160
Gambar 5.12 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton.....	161
Gambar 5.13 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	165
Gambar 5.14 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT.....	166
Gambar 5.15 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	167
Gambar 5.16 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRG.....	168
Gambar 5.17 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG.....	169

Gambar 5.18	Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG.....	170
Gambar 5.19	Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	175
Gambar 5.20	Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT.....	176
Gambar 5.21	Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton.....	177
Gambar 5.22	Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG.....	178
Gambar 5.23	Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG.....	179
Gambar 5.24	Dimensi Saluran.....	189

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Jalan Tol
Krian Legundi Bunder Manyar STA 0+000 – STA
10+500 Berdasarkan Perkersan Kaku Metode Bina
Marga Kabupaten Sidoarjo – Kabupaten Gresik Jawa
Timur
- Lampiran 2 Data Tanah Legundi (CBR)
- Lampiran 3 Data Curah Hujan Sidoarjo
- Lampiran 4 Data LHR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi dengan pertumbuhan ekonomi terbesar di Indonesia. Pertumbuhan ekonomi provinsi Jawa Timur tahun 2010 mencapai 6,7% Hal ini dipengaruhi oleh pergerakan industri di Jawa Timur. Beberapa kota di Jawa Timur seperti Kota Surabaya, Kabupaten Gresik dan Kabupaten Sidoarjo sebagai kabupaten yang berada di sekitar Surabaya merupakan dua kota yang memberi andil yang besar terhadap pergerakan dan pertumbuhan industri di Jawa Timur serta sebagai wilayah yang mendukung fungsi Kota Surabaya sebagai aktivitas ekonomi dan sosial wilayah Indonesia bagian timur.

Penetapan Kota Surabaya dan sekitarnya sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN) sebagaimana di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang RTRWN (Lampiran X) dari sudut kepentingan ekonomi di Jawa Timur yaitu Kawasan Gerbangkertosusila (Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, Lamongan) mendorong percepatan di dalam penyediaan infrastrukturnya yang dalam hal ini adalah infrastruktur jalan sehingga percepatan pembangunan infrastruktur dirasa perlu untuk segera direncanakan dan dilaksanakan pembangunannya.

Salah satu pembangunan insfrasruktur jalan di Kawasan Strategis Nasional (KSN) pada Kota Surabaya dan sekitarnya adalah pembangunan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder jalur penghubung Sidoarjo – Gresik. Dalam hal ini pemerintah daerah Jawa Timur merencanakan jaringan jalan tol pada ruas jalan tersebut. Dapat diketahui pergerakan lalu lintas angkutan jalan

merupakan pergerakan yang dominan di kawasan ini. Hal ini terlihat dengan tingginya lalu lintas saat ini pada koridor- koridor utama pada kondisi jalan lama JL. Legundi – Gresik, JL. By Pass Krian, JL.Raya Gresik Lamongan dengan jumlah volume kendaraan 5903 smp/jam, v/c rasio ruas jalan melebihi 0,75. Sehingga kecepatan rendah dan kondisi jalan lama *mix traffi* yang tidak memadai dan memerlukan pembebasan lahan yang mahal serta jalan lama yang sering rusak dikarenakan kendaraan berat yang melintasi melebihi kapasitas jalan. Sehingga mendorong pemerintah setempat dalam hal ini Pemerintah Daerah Jawa Timur merencanakan jaringan jalan tol ruas Krian – Legundi – Bunder.

Pembangunan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder juga dimaksudkan untuk upaya antisipasi pertumbuhan eksport-import melalui pelabuhan Tanjung Perak, Pemerintah melakukan perluasan pelabuhan Tanjung Perak ke arah barat, tepatnya di kawasan Teluk Lamong. Karena pada kawasan Teluk Lamong akan dikembangkan pelabuhan dan kawasan industri. Maka upaya mendukung rencana pengembangan perluasan pelabuhan Tanjung Perak di Teluk Lamong dapat mengurangi beban ruas jalan jalan toll perak - Waru, juga mendukung perkembangan industri dan permukiman di Kecamatan Mengganti, Wringin Anom , Cerme dan Kebomas, maka sangat diperlukan koridor jalan bebas hambatan (tol) Krian - Legundi -Bunder.

Berdasarkan latar belakang diatas metode perencanaan pada Jalan Tol ini menggunakan perkerasan kaku Metode Bina Marga pada Sta 0+000 –Sta 10+500. Perkerasan kaku dapat digunakan pada jalan kelas tinggi, job mix lebih mudah dikendalikan kualitasnya, dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk, umur rencana dapat mencapai 40 tahun,jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dalam waktu

singkat, dan indeks pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana.

Dengan demikian pembangunan jalan Tol Krian – Legundi – Bunder diharapkan mampu menjadi solusi efisiensi waktu, kenyamanan berlalu – lintas dan sebagai arus ekspor - import menuju pelabuhan Tanjung Perak dan Teluk Lamong sehingga mobilitas lalu – lintas dapat berjalan dengan baik.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah ditinjau dari segi teknis perencanaan jalan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Berapa kebutuhan Kapasitas rencana jalan yang perpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang dibutuhkan hingga umur rencana 40 tahun?
2. Bagaimana perencanaan geometrik jalan yang meliputi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal berpedoman pada Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009 untuk jalan Tol bebas hambatan?
3. Berapakah ketebalan perkerasan kaku yang direncanakan untuk jalan tersebut dengan Metode Bina Marga Pd T – 14 – 2003 untuk umur rencana 40 tahun?
4. Bagaimana perencanaan sistem drainase yang direncanakan untuk jalan tersebut menurut Departemen Pekerjaan Umum Pd T – 02 – 2006 B?
5. Berapa rancangan anggaran dan biaya proyek jalan berdasarkan HSPK Kabupaten Sidoarjo?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya perencanaan yang dapat terjadi, maka batasan masalah yang digunakan meliputi :

1. Data – data yang digunakan dalam perencanaan jalan tol merupakan data sekunder

2. Perkerasan jalan yang ditinjau hanya pada STA 0+000 s/d STA 10+500
3. Rencana anggaran biaya hanya dibatasi pada konstruksi perkerasan dan saluran drainase, dan tidak memperhitungkan biaya perawatan perkerasan
4. Tidak membahas dinding penahan, struktur jembatan, box culvert, pipe culvert yang terdapat dalam proyek tersebut
5. Tidak membahas perencanaan timbunan
6. Teknis pelaksanaan hanya dibahas sebatas metode pelaksanaan proyek

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perencanaan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui kebutuhan kapasitas rencana jalan yang berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang dibutuhkan hingga rencana 40 tahun.
2. Untuk mengetahui perencanaan geometrik jalan yang meliputi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal berpedoman pada Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009 untuk jalan Tol bebas hambatan.
3. Untuk mengetahui ketebalan perkerasan kaku yang direncanakan dengan Metode Bina Marga Pd T – 14 – 2003 umur rencana 40 tahun.
4. Untuk mengetahui sistem drainase yang direncanakan untuk jalan tersebut menurut Departemen Pekerjaan Umum Pd T – 02 – 2006 B.
5. Untuk mengetahui rencana rancangan anggaran biaya dan biaya proyek jalan berdasarkan HSPK Kabupaten Sidoarjo.

1.5 Manfaat Penelitian

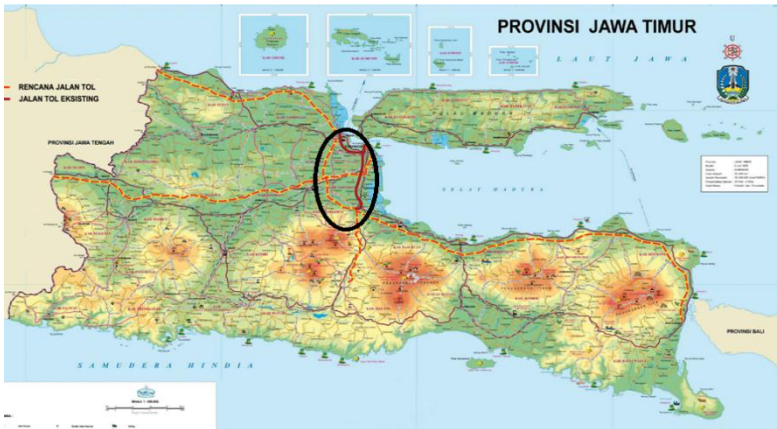
Pelaksanaan penulisan tugas akhir ini pun memiliki manfaat terhadap pengembangan bidang ilmu dan teknologi dan sebagai salah satu bentuk mengaplikasikan materi perkuliahan.

Penulisan tugas akhir dimaksudkan untuk pembentukan individu yang matang selama perkuliahan dan siap dalam dunia kerja. Dengan adanya penyusunan tugas akhir ini, penulis akan dihadapkan dengan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan materi tugas akhir. Permasalahan inilah yang dapat dijadikan oleh penulis sebagai modal untuk menghadapi dunia kerja.

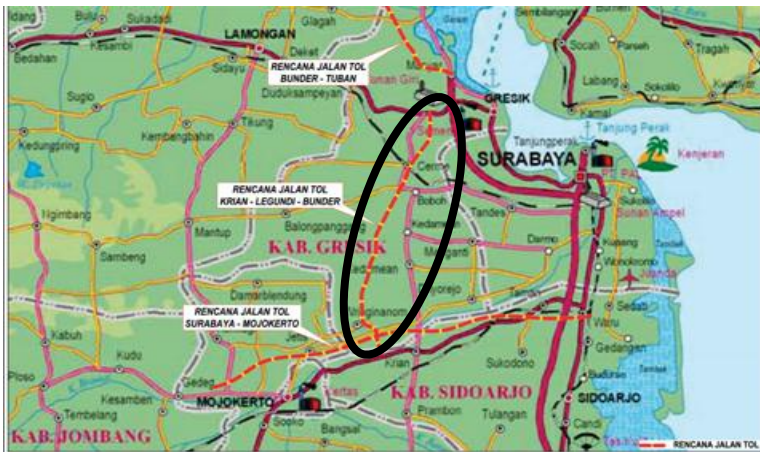
Selain itu diharapkan menjadi bahan pustaka Institut Teknologi Sepuluh November yang dapat bermanfaat bagi para pembaca. Mampu memberikan informasi kepada pembaca mengenai perencanaan perkerasan kaku dimulai dari perencanaan geometrik jalan, perhitungan perencanaan tebal perkerasan, perencanaan drainase, dan perencanaan anggaran biaya.

1.6 Lokasi Studi

Nama Proyek	: Pembangunan Jalan Tol Kawasan PKN Gerbangkertosusila Ruas Krian – Legundi – Bunder
Alamat Proyek	: Kabupaten Sidoarjo – Gresik Jawa Timur
Peta Lokasi	: Jawa Timur dan Rencana Jalan Tol Krian – Legundi - Bunder



Gambar 1.1 Peta Provinsi Jawa Timur



Gambar 1.2 Rencana Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi – Definisi Jalan

Dalam undang – undang jalan raya no.13/1980 bahwa jalan adalah sistem prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu – lintas.

1. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu – lintas umum
2. Jalan khusus adalah jalan selain yang termasuk diatas
3. Jalan Tol adalah jalan yang kepada para pemakainnya dikenakan kewajiban membayar Tol. (referensi)

2.2 Analisa Kapasitas Jalan

2.2.1 Arus Lalu Lintas

Perhitungan arus lalu – lintas pada jalan bebas hambatan berpedoman pada MKJI 1997 dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Q = LHRT \times K \times emp \dots \dots \dots pers(2.1)$$

Keterangan :

Q = Arus kendaraan (kendaraan/jam)

LHRT = Lalu lintas Harian Rata – rata Tahunan
(kendaraan/hari)

Km = Rasio antara arus jam rencana dan LHRT (nilai normal 0,11)

emp = Ekuivalensi mobil penumpang

Tabel 2.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua – Arah Empat Lajur

Tipe alinyemen	Arus Kend/jam	emp		
	MW terbagi per arah kend/jam	MHV	LB	LT
Datar	0	1.2	1.2	1.6
	1520	1.4	1.4	2.0
	2250	1.6	1.7	2.5
	≥ 2.800	1.3	1.5	2.0
Bukit	0	1.5	1.6	4.8
	900	2.0	2.0	4.6
	1700	2.2	2.3	4.3
	≥ 2.250	1.8	1.9	3.5
Gunung	0	3.2	2.2	5.5
	700	2	2.6	5.1
	1450	2.0	2.9	4.8
	≥ 2.000	2.0	2.4	3.8

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.2 Ekuivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua – Arah Enam - Lajur

Tipe Alinyemen	Total Arus Kend/jam	emp		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1.2	1.2	1.6
	1.900	1.4	1.4	2.0
	3.400	1.6	1.7	2.5
	≥ 4.150	1.3	1.5	2.0
Bukit	0	1.8	1.6	4.8

	1.450	2.0	2.0	4.6
	2.600	2.2	2.3	4.3
	≥ 3.300	1.8	1.9	3.5
Gunung	0	3.2	2.2	5.5
	1.150	2.9	2.6	5.1
	2.150	2.6	2.9	4.8
	≥ 3.000	2.0	2.4	3.8

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.2.2 Analisa Kapasitas

Untuk jalan tak terbagi, semua analisa (kecualai analisa kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan pada masing – masing arah dan seolah – olah masing – masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

$$C = Co \times FCw \times FCsp$$

(smp/jam).....pers (2.2)

Keterangan :

C = Kapasitas

Co = Kapasitas dasar (smp/jam)

FCw = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu – lintas

FCsp = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (jalan bebas hambatan tak terbagi)

2.2.3 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas dari suatu segmen jalan untuk suatu set koordinasi yang ditentukan sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan). Perhatikan bahwa pengaruh tipe medan pada kapasitas juga diperhitungkan melalui penggunaan emp yang berbeda seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 dibawah ini :

Tabel 2.3 Kapasitas Jalan Bebas Hambatan Terbagi

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe Alinyemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
Empat dan enam - lajur terbagi	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.4 Kapasitas Jalan Bebas Hambatan Tak Terbagi

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe Alinyemen	Kapasitas dasar (Total Kedua arah) (smp/jam)
Empat dan enam - lajur terbagi	
Datar	3400
Bukit	3300
Gunung	3200

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Kapasitas jalan untuk jalan bebas hambatan dengan lebih dari enam lajur (berlajur banyak) dapat ditentukan dengan

menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam tabel di atas, meskipun lajur yang bersangkutan tidak dengan lebar yang standart.

2.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Untuk jalan bebas hambatan umumnya mempunyai bahu diperkeras yang dapat digunakan untuk lalu – lintas, lebar bahu tidak ditambahkan pada lebar efektif jalur lalu – lintas yang dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini :

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu – Lintas (FCw)

Tipe jalan bebas hambatan	Arus Kend/jam	emp
Empat - lajur terbagi Enam - lajur terbagi	Per lajur 3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.03
Dua - lajur tak - terbagi	Total kedua arah 6.5	0.96
	7	1.00
	7.5	1.04

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai per lajur yang diberikan untuk jalan bebas hambatan empat dan enam lajur pada Tabel 2.5 diatas.

2.2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisahan arah SP % - %		50 - 50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 - 30
FCsp	Jalan bebas hambatan tak terbagi	1	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.2.6 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah ratio antara arus total lalu – lintas (Q) dalam smp/jam dengan kapasitas (C).

$$DS = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots \text{pers}(2.3)$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu – lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

2.2.7 Kontrol Geometrik Jalan

Geometrik jalan merupakan perencanaan bentuk fisik jalur yang akan memberikan pelayanan optimum pada arus lalu – lintas dan sebagai prasarana suatu wilayah. Dasar perencanaan geometrik jalan adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan. Hal tersebut akan mempengaruhi perencanaan ukuran jalan, bentuk

dan ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat keasaman serta kenyamanan pengemudi.

2.3 Geometrik Jalan

Geometrik jalan merupakan jalur yang akan memberikan pelayanan optimum pada arus lalu lintas dan sebagai prasarana jalan suatu wilayah.

2.3.1 Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol

Lebar lajur dan lebar bahu jalan ditentukan berdasarkan lokasi jalan tol dan kecepatan rencana. Lebar lajur dan bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol

Lokasi Jalan Tol	VR (km/jam)	Lebar lajur (m)		Lebar Bahu Luar Diperkeras (m)		Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m)
		Minimal	Ideal	Minimal	Ideal	
Antarkota	120	3.60	3,75	3,0	3,5	1,5
	100	3.60	3,6	3,0	3,5	1,5
	80	3.60	3,6	3,0	3,5	1
Perkotaan	100	3,5	3,6	3,0	3,5	1
	80	3,5	3,5	2,0	3,5	0,5
	60	3,5	3,5	2,0	3,5	0,5

*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2003*

2.3.2 Median

Median atau pemisah tengah merupakan bangunan yang berfungsi memisahkan arus lalu lintas berlawanan arah.

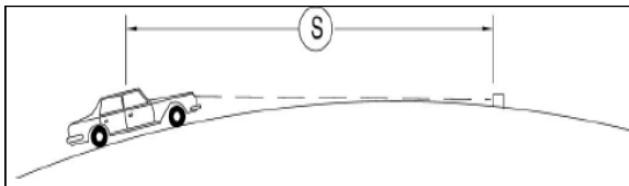
Tabel 2.8 Perencanaan Median Pada Tol

Lokasi Jalan Tol	Lebar Median (m)		Keterangan
	Minimal	Konstruksi Bertahap	
Antar Kota	5.5	13.00	diukur dari garis tepi dalam lajur lalu - lintas
Perkotaan	3.00	10.00	

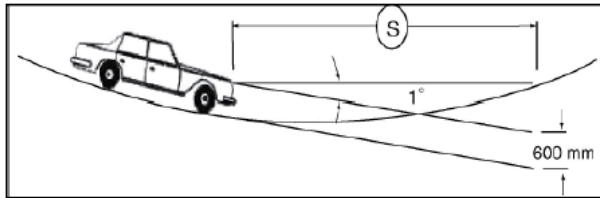
*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009*

2.3.3 Jarak Pandang

Jarak pandang (S) diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Setiap bagian jalan harus memenuhi jarak pandang. Jarak pandang henti pada vertikal cembung dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan jarak pandang henti pada vertikal cekung dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini :



Gambar 2.1 Jarak Pandang Henti Pada Vertical Cembung



Gambar 2.2 Jarak Pandang Henti Pada Vertikal Cekung

Jarak pandang henti (S_s) terdiri dari 2 (dua) elemen jarak, yaitu:

1. Jarak awal reaksi (S_r) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem
2. Jarak awal pengereman (S_b) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

- a. Jarak pandang henti (S_s) pada bagian datar dihitung dengan rumus:

$$S_s = 0,278 \times V_r \times T + 0,039$$

$$\frac{V^2 R}{a} \dots \text{pers(2.4)}$$

- b. Jarak pandang henti (S_s) akibat kelandaian dihitung dengan rumus

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + \frac{V_R^2}{254 \left[\left(\frac{a}{9,81} \right) \pm G \right]} \dots \text{pers(2.5)}$$

Keterangan :

V_r = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

A = Tingkat perlambatan (m/dtk^2), ditetapkan 3,4 meter/ dtk^2

2.3.4 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal sering disebut dengan situasi jalan atau trase jalan. Alinyemen horizontal terdiri atas garis lurus dan garis lengkung yang berupa bagian dari lingkaran dan lengkung peralihan.

- a) Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut jugatikungan).
- b) Geometri pada bagian lengkung didesain sedemikian rupa dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan V_r .
- c) Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan, maka alinyemen horizontal harus diperhitungkan secara akurat.

2.3.4.1 Alinyemen Horizontal Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai V_r).

Panjang bagian lurus ditetapkan menurut Tabel 2.9 di bawah ini :

Tabel 2.9 Panjang Bagian Lurus Maksimum

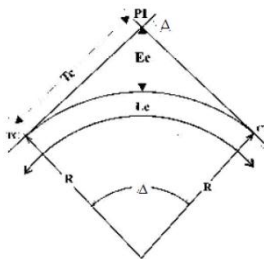
VR (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)	
	Perhitungan	Pembulatan
140	5833,3	5850
120	5000	5000
100	4166,7	4200
80	3333,3	3350
60	2500	2500

Sumber : *Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*
Departemen Pekerjaan PU Bina Marga 2009

2.3.4.2 Standar Bentuk Tikungan Full Circle, Spiral Circle Spiral, Spiral Spiral

Standar bentuk tikungan terdiri atas 3 (tiga) bentuk secara umum, yaitu:

1. *Full Circle* (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.



Gambar 2.3 Tikungan Berbentuk Lingkaran Full Circle (FC)

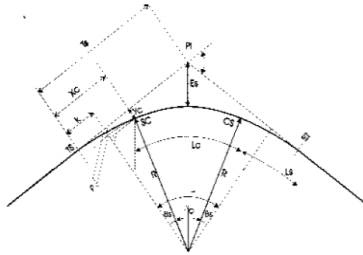
$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Lambda \dots \dots \dots \text{pers}(2.5)$$

$$L_c = \frac{\Lambda}{360^\circ} 2 \pi R \dots \dots \dots \text{pers}(2.6)$$

$$EC = \frac{R}{\cos \frac{\Lambda}{2}} - R \dots \dots \dots \text{pers}(2.7)$$

$$EC = T_c \tan \frac{1}{2} \Lambda \dots \dots \dots \text{pers}(2.8)$$

2. *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), yaitu tikungan yang terdiri dari 1 (satu) lengkung lingkaran dan 2 (dua) lengkung spiral.



Gambar 2.4 Tikungan Berbentuk Spiral-Circle-Spiral (SCS)

$$Q_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} \dots \dots \dots \text{pers}(2.8)$$

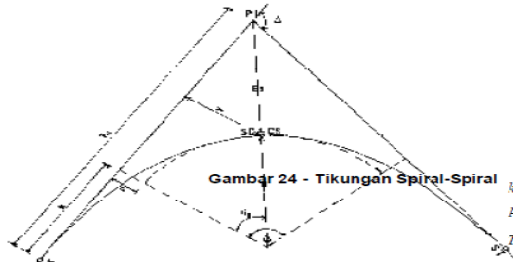
$$\Lambda_c = \Lambda - 2\phi_s \dots \dots \dots \text{pers}(2.9)$$

$$L_c = \frac{\Lambda_c}{360} 2 \pi R \dots \dots \dots \text{pers}(2.10)$$

$$Y_c = L_s - \frac{L_s}{6R} \dots \dots \dots \text{pers}(2.11)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^3} \dots \dots \dots \text{pers}(2.12)$$

3. *Spiral-Spiral (SS)*, yaitu tikungan yang terdiri atas 2 (dua) lengkung spiral.



Gambar 2.5 Tikungan Berbentuk Spiral-Spiral (SS)

$$k = X_c - R \sin Q_2 \dots \text{pers(2.13)}$$

$$p = Y_c - R (1 - \cos Q_2) \dots \text{pers(2.14)}$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Lambda}{2} + k \dots \text{pers(2.15)}$$

$$Q_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} \dots \text{pers(2.16)}$$

$$\Lambda_c = \Lambda - 2\phi_s \dots \text{pers(2.17)}$$

$$L_c = \frac{\Lambda_c}{360} 2 \Pi r \dots \text{pers(2.18)}$$

$$Y_c = L_s - \frac{L_s}{6R} \dots \text{pers(2.19)}$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^3} \dots \text{pers(2.20)}$$

$$K = X_c - R \sin Q_s \dots \text{pers(2.21)}$$

$$P = Y_c - R(1 - \cos Q_s) \dots \text{pers(2.22)}$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Lambda}{2} + k \dots \text{pers(2.23)}$$

$$L_{\text{total}} = L_c + 2 L_s \dots \text{pers(2.24)}$$

$$Y_c = L_s - \frac{L_s}{6R} \dots \dots \dots \text{pers}(2.25)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^3} \dots \dots \dots \text{pers}(2.26)$$

2.3.4.3 Panjang Tikungan

Panjang tikungan (L_t) dapat terdiri dari panjang busur lingkaran (L_c) dan panjang 2 (dua) lengkung spiral (L_s) atau beberapa lengkung spiral yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung, maka panjang suatu tikungan tidak kurang dari 6 detik perjalanan dengan VR. Panjang ini dapat diperhitungkan berdasarkan VR atau ditetapkan berdasarkan Tabel 19 sebagai berikut:

Tabel 2.10 Panjang Tikungan Minimum

VR (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)
120	200
100	170
80	140
60	100

- Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$, sehingga $L_t = L_c$
- Pada tikungan Spiral-spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga $L_t = 2 L_s$

*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009*

2.3.4.4 Superelevasi

Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari Rmin tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan VR. Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan antara 4%-10 %. Harus diperhatikan masalah drainase pada pencapaian kemiringan Jari – jari tikungan minimum (Rmin) ditetapkan sebagai berikut :

$$R_{min} = \frac{V^2 R}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \dots \dots \dots \text{pers(2.27)}$$

Keterangan :

Rmin = Jari – jari tikungan minimum (m)

VR = Kecepatan Rencana (km/jam)

E maks = Super elevasi maksimum (%)

F maks = Koefisien gesek maksimum

Besaran nilai super elevasi maksimum ditentukan menggunakan Tabel 2.11 berikut,

Tabel 2.11 Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan Dan Iklim

Superelevasi Maksimum	Kondisi Yang Digunakan
10%	Maksimum untuk jalan tol antar kota
8%	Maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi
6%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan
4%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009*

Besaran nilai koefisien maksimum ditentukan menggunakan Tabel berikut,

Tabel 2.12 Koefisien gesek maksimum berdasarkan VR

VR (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum (fmax)
120	0,092
100	0,116
80	0,14
60	0,152

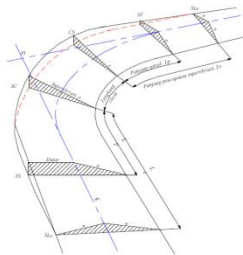
*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009*

Tabel 2.13 Panjang jari – jari minimum

e max (%)	VR (km/jam)	fmax	(e/100+f)	Rmin (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590
10,0	100	0,116	0,216	364,5	365
10,0	80	0,14	0,24	210	210
10,0	60	0,152	0,252	112,5	110
8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
8,0	100	0,116	0,196	401,7	400
8,0	80	0,14	0,22	229,1	230
8,0	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746	745
6,0	100	0,116	0,176	447,4	445
6,0	80	0,14	0,2	252	250
6,0	60	0,152	0,212	133,7	135
4,0	120	0,092	0,132	859	860
4,0	100	0,116	0,156	504,7	505
4,0	80	0,14	0,18	280	280
4,0	60	0,152	0,192	147,6	150

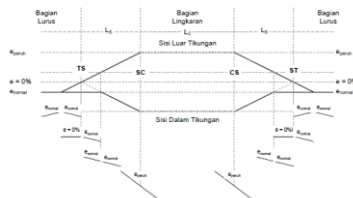
*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 200*

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagianjalan yang lurus sampai ke superelevasi penuh pada bagian lengkung, seperti pada Gambar 2.6 dibawah ini :



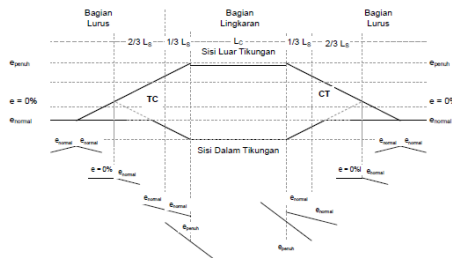
Gambar 2.6 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tingkungan

Pada tikungan tipe SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan pada titik TS, kemudian meningkat secara bertahap sampai mencapai superelevasi penuh pada titik SC, seperti pada Gambar 2.7 dibawah ini :



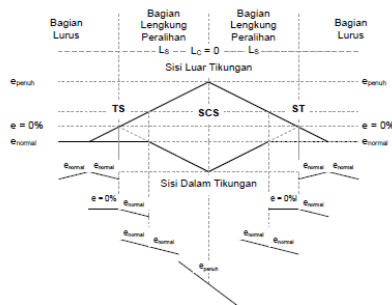
Gambar 2.7 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tingkungan tipe SCS

- c) Pada tikungan tipe FC, bila diperlukan pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ dan dilanjutkan pada bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3$ bagian panjang L_s , seperti pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan tipe FC

- d) Pada tikungan tipe SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral, seperti pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Metoda Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan tipe SS

2.3.4.5 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (Ls) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari R tetap, agar gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

- a) Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral (*clothoide*)
- b) Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:
 - 1) Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
 - 2) Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan
 - 3) Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
 - 4) Tingkat perubahan kelandaian relatif
- c) Ls ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai Ls yang terpanjang.

1. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindarkan kesan perubahan alinyemen yang mendadak. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} T \dots\dots\dots \text{pers}(2.28)$$

Keterangan :

T = waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik),
ditetapkan 2 detik

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

Tabel 2.14 L_s min berdasarkan waktu perjalanan

V_R (km/jam)	L_s min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

2. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi.

penyutut tidak boleh melampaui r_{e-max} yang ditetapkan sebagai berikut:

- a) untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_{e-max} = 0,035$ m/m/detik,
- b) untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_{e-max} = 0,025$ m/m/detik.

Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100} \right) V_R}{3,6 r_e} \dots\dots\dots \text{pers(2.29)}$$

Keterangan :

e_m = Superelevasi maksimum (%)

e_n = Superelevasi normal (%)
 V_R = Kecepatan rencana (km/jam)
 r_e = Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

Tabel 2.15 Ls Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan

e_m (%)	Ls min (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
10,0	107	89	71	38
9,5	100	83	67	36
9,0	93	78	62	33
8,5	87	72	58	31
8,0	80	67	53	29
7,5	73	61	49	26
7,0	67	56	44	24
6,5	60	50	40	21
6,0	53	44	36	19
5,5	47	39	31	17
5,0	40	33	27	14
4,5	33	28	22	12
4,0	27	22	18	10
3,5	20	17	13	7
3,0	13	11	9	5
2,5	7	6	4	2
2,0	0	0	0	0

Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
 Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

3. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
 Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur – angsur pada

lengkungperalihandengan aman. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{0,0214V_R^3}{RC} \dots\dots\dots pers(2.30)$$

Keterangan :

- V_R = kecepatan rencana (km/jam)
- R = radius tikungan (m)
- C = perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det³), digunakan 1,2 m/det³

Tabel 2.16 Ls Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal

<i>R (m)</i>	<i>Ls min (m)</i>			
	<i>V_R = 120 km/jam</i>	<i>V_R = 100 km/jam</i>	<i>V_R = 80 km/jam</i>	<i>V_R = 60 km/jam</i>
2500	12	7		
2000	15	9	5	
1500	21	12	6	3
1400	22	13	7	3
1300	24	14	7	3
1200	26	15	8	3
1000	31	18	9	4
900	34	20	10	4
800	39	22	11	5
700	44	26	13	6
600	51	30	15	6
500		36	18	8
400		45	23	10
300			30	13

250			37	15
200				19
175				22
150				26
140				28
130				30
120				32
110				35

*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan
Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina
Marga 2009*

4. Tingkat perubahan kelandaian relatif
Tingkat perubahan kelandaian relatif (Δ) dari bentuk kemiringan normal ke bentuk kemiringan superelevasi penuh tidak boleh melampaui Δ maksimum yang ditetapkan seperti pada Tabel 2.17

Tabel 2.17 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum

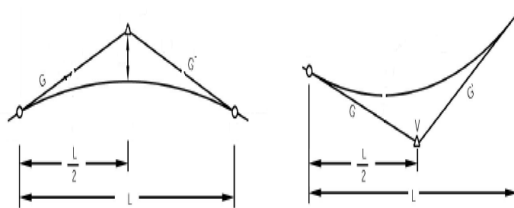
V_R (km/jam)	Δ (m/m)
120	1/263
100	1/227
80	1/200
60	1/167

*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan
Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009*

2.3.5 Alinyemen Vertical

Alinyemen vertikal adalah perpotongan antara bidang sumbu jalan atau vertikal melalui tepi dan masing – masing perkerasan. Untuk jalan dua lajur, alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal melalui sumbu ruas jalan. Sedangkan untuk jalan dengan jumlah lajur banyak, dengan median.

1. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung. Bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.



Gambar 2.10 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung

Bila pelaksanaan konstruksi dilakukan secara bertahap, maka harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dengan pelaksanaan pembiayaan yang efisien, dan dianjurkan, perubahan alinyemen vertikal dimasa yang akan datang seharusnya dihindarkan.

2. Landai Minimum

Jalan dengan kelandaian 0% berarti datar yang merupakan kelandaian minimum. Jika ditinjau dari segi kemudahan pengaliran air, di dalam penarikan alinyemen vertikal harus diupayakan adanya kelandaian untuk mengatasi masalah pengaliran air. Pada daerah timbunan dianjurkan agar menggunakan kelandaian 0,3 – 0.5 % untuk jalan dengan kerb. Sedangkan kelandaian jalan diperlukan untuk perancangan saluran tepi jalan.

3. Kelandaian Maksimum

Mulai kelandaian 3% kemiringan jalan sudah mulai memberikan pengaruh pada mobil penumpang. Kelandaian standart maksimum untuk truk yang bermuatan penuh pada jarak yang cukup dengan kecepatan rencana lebih dari setengah kecepatan (pada kecepatan rencana 50 – 80 km/jam) dan tanpa menggunakan gigi rendah (pada kecepatan rencana 20 – 40 km/jam) diperlihatkan pada tabel 2.10

Tabel 2.18 Kelandaian Maksimum

VR (km/jam)	Kelandaian Maksimum (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
120	3	4	5
100	3	4	6
80	4	5	6
60	5	6	6

*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk
Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina
Marga 2009*

4. Panjang Landai Kritis

Panjang landai kritis yaitu panjang landai maksimum dimana kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa, yang ditetapkan atas dasar besarnya landai (tanjakan) dan penurunan kecepatan kendaraan berat sebesar 15 km/jam. Panjang kritis ditetapkan dari Tabel 2.11 sebagai berikut.

Tabel 2.19 Panjang Landai Kritis

VR (km/jam)	Landai (%)	Panjang Landai Kritis (m)
120	3	800
	4	500
	5	400
100	4	700
	5	500
	6	400
80	4	600
	6	500
60	6	500

Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol
Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

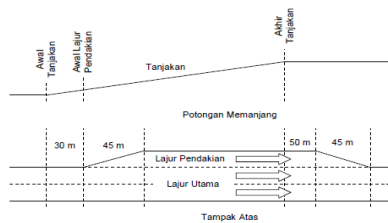
5. Lajur Pendakian

Lajur pendakian dimaksudkan untuk menampung truk-truk yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan lebih lambat dari kendaraan lain pada umumnya, agar kendaraan lain dapat mendahului kendaraan lambat tersebut tanpa harus berpindah lajur. Lajur pendakian harus disediakan pada ruas jalan yang

mempunyai kelandaian yang besar, menerus, dan volume lalu lintasnya relatif padat.

Penempatan lajur pendakian, berdasarkan perencanaan geometri jalan bebas hambatan untuk tol harus dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) apabila panjang kritis terlampaui, jalan memiliki $VLHR > 25.000$ SMP/hari, dan persentase truk $> 15\%$.
- b) Lebar lajur pendakian minimal 3,60 m.



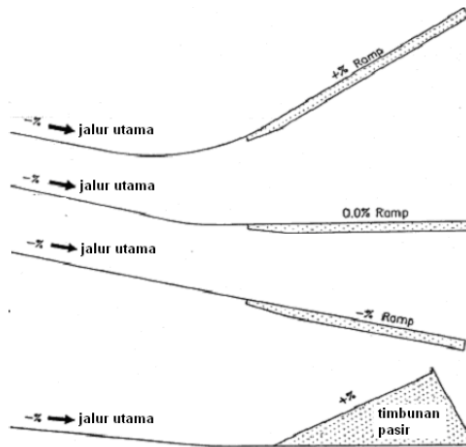
Gambar 2.11 Lajur Pendakian Tipikal

- c) Lajur pendakian dimulai 30 meter dari awal perubahan kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter dan berakhir 50 meter sesudah puncak kelandaian dengan serongan sepanjang 45 meter, seperti pada Gambar 2.11
- d) Jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km.

6. Lajur Darurat

Lajur penurunan yang panjang memungkinkan terjadinya kendaraan akan lepas kontrol, terutama kendaraan berat. Untuk mengantisipasi kondisi tersebut diperlukan pembatasan panjang lajur

penurunan atau penyediaan lajur darurat. Kriteria minimum lajur darurat adalah diberikan untuk kondisi kecepatan operasional lalu lintas mencapai 120-140km/jam dan disediakan bila tingkat kecelakaan dan tingkat fatalitas pada lajur tersebut melampaui standar dan pedoman yang berlaku. Lajur darurat dapat berupa kelandaian tanjakan, kelandaian turunan, kelandaian datar, atau timbunan pasir, seperti ditampilkan pada Gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2.12 Tipe - Tipe Lajur Darurat

Lajur darurat, selain menggunakan kelandaian, juga menggunakan beberapa jenis material untuk menahan laju kendaraan. Beberapa jenis material yang bisa menahan laju kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.12 sebagai berikut:

Tabel 2.20 Jenis Material Dan Tahanan Laju Untuk
Lajur Darurat

No.	Jenis Material	Tahanan laju (kg/1000 kg berat kendaraan	Kelandaian Ekivalen (%)
1	Beton semen portland	10	1
2	Aspal beton	12	1,2
3	Kerikil, dipadatkan	15	1,5
4	Tanah, berpasir, lepas	37	3,7
5	Agregat dihancurkan, lepas	50	5
6	Kerikil, lepas	100	10
7	Pasir	150	15
8	Kerikil bulat	250	25

*Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk
Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina
Marga 2009*

Untuk menghitung panjang lajur darurat, dapat digunakan rumus berikut :

$$L = \frac{v^2}{254 \left(\frac{R \pm G}{100} \right)} \dots \dots \dots \text{pers}(2.31)$$

Keterangan :

L : Panjang lajur darurat (m)

V : Kecepatan masuk (km/jam)

R : Tahanan laju, dinyatakan dengan kelandaian ekuivalen (%)

G : Kelandaian (%), (+) tanjakan; (-) turunan

Tabel 2.21 Panjang Lajur Darurat Untuk Kecepatan Masuk 120 km/jam

NO	Jenis Material	Kelandaian Lajur Darurat					
		0	2	4	6	8	10
1	Beton semen portland	378	333	298	270	246	227
2	Aspal beton	315	283	258	236	218	202
3	Kerikil, dipadatkan	252	231	214	199	186	174
4	Tanah, berpasir, lepas	102	99	95	92	89	87
5	Agregat dihancurkan, lepas	76	74	72	70	68	67
6	Kerikil, lepas	38	37	37	36	36	35
7	Pasir	25	25	25	25	24	24
8	Kerikil bulat	15	15	15	15	15	15

Ket : untuk total berat kendaraan 15 ton

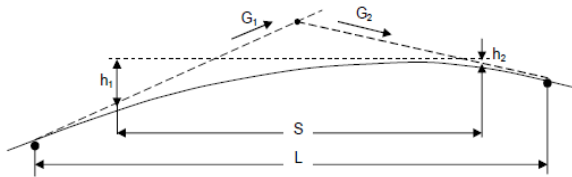
Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

7. Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahankelandaian dengan tujuan:
 1. Mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian

2. Menyediakan jarak pandang henti.

Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- a) Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ($S < L$), seperti pada Gambar 2.10



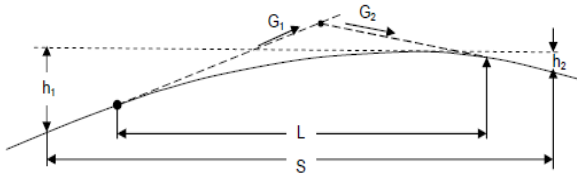
Gambar 2.13 Jarak Pandang Henti Lebih Kecil Dari Pada Lengkung Vertikal Cembung

$$L = \frac{AS^2}{658} \dots \dots \dots \text{pers(2.32)}$$

Keterangan :

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan aljabar landai (%)
 S = jarak pandang henti (m)

- b) Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ($S > L$), seperti pada Gambar 2.11



Gambar 2.14 Jarak Pandang Lebih Besar Dari Panjang Lengkung Vertical Cembung

$$L = 2S - \frac{658}{A} \dots \dots \dots \text{pers}(2.33)$$

Keterangan :

L = panjang lengkung vertikal (m)

A = perbedaan aljabar landai (%)

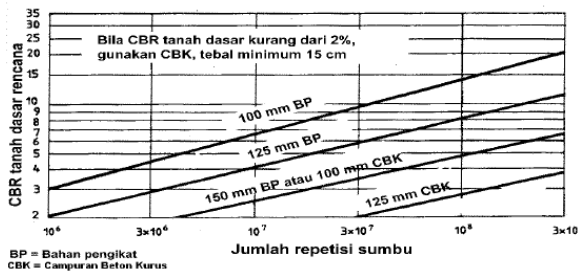
S = jarak pandang henti (m)

2.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

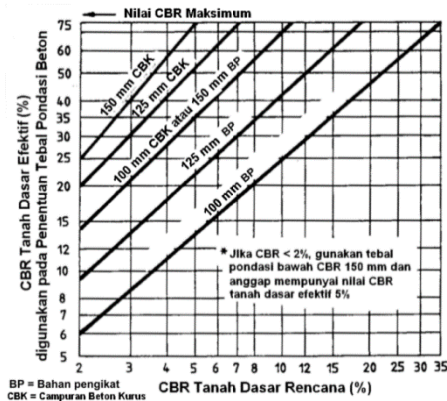
2.4.1 Daya Dukung Tanah

Perencanaan jalan merupakan konstruksi yang dibangun diatas tanah dasar, berfungsi untuk menahan beban lalu – lintas dan meneruskan beban lalu – lintas sampai tanah dasarnya. Penentuan tebal perkerasan jalan dengan cara Bina Marga adalah sebagai berikut :

Menentukan tebal lapis pondasi bawah dengan menggunakan grafik tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.15 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen



Gambar 2.16 CBR Tanah Dasar Efektif Dan Tebal Pondasi Bawah

2.4.2 Lajur Rencana Dan Koefisien Distribusi

Penentuan jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana yang dapat dilihat pada Tabel 2.11 dibawah ini,

Tabel 2.18 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (lp)	Jumlah lajur (n1)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1 Lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 Lajur	0,7	0,5
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 Lajur	0,5	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 Lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 Lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 Lajur	-	0,4

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen
Departemen Pekerjaan PU Bina Marga 2003

2.4.3 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antaralain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

2.4.4 Pertumbuhan Lalu - Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+I)^{UR} - 1}{I} \dots\dots\dots \text{pers(2.34)}$$

Keterangan :

R : Faktor pertumbuhan lalu – lintas

I : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

UR : Umur rencana (tahun)

2.4.5 Lalu – Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Jumlah sumbu kendaraan niaga umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots \text{pers(2.35)}$$

Keterangan :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat dibuka

R : Faktor pertumbuhan kumulatif yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana

C : Koefisien distribusi kendaraan

2.4.6 Faktor Keamanan Beban (FKB)

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikaitkan dengan faktor keamanan beban (Fkb) yang dapat dilihat pada Tabel 2.12 dibawah ini,

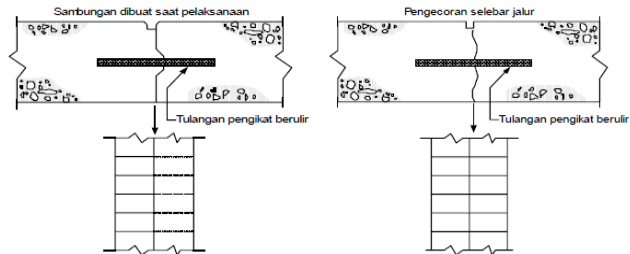
Tabel 2.19Faktor Keamanan Beban (FKB)

No.	Penggunaan	Nilai FKB
1	Jalan bebas hambatan utama dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi, Bila menggunakan data lalu - lintas dan hasil maka survai beban dan adanya kemungkinan route alternatif,maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1

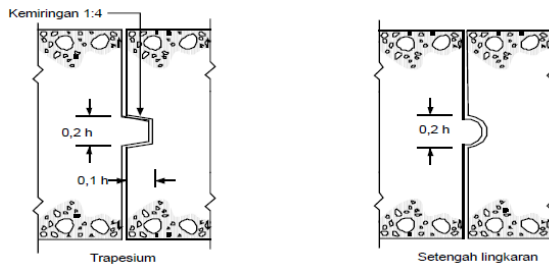
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen
Departemen Pekerjaan PU Bina Marga 2003

2.4.7 Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.13 berikut ini,



Gambar 2.17 Tipikal Sambungan Memanjang



Gambar 2.18 Ukuran Standart Penguncian Sambungan Memanjang

2.4.7 Sambungan Susut Memanjang

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara ini, yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

2.4.8 Sambungan Susut Melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada

Gambar 6 dan 7. Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton.

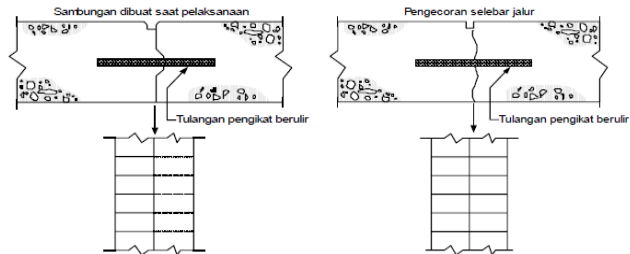
Tabel 2.20 Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton

No.	Tebal pelat beton h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

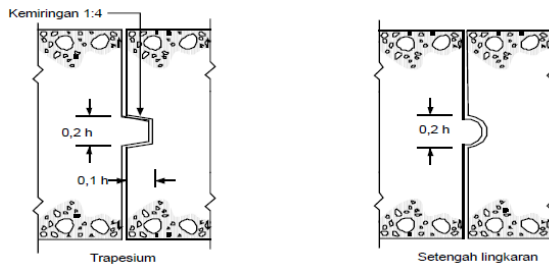
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen
Departemen Pekerjaan PU Bina Marga 2003

2.4.7 Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.13 berikut ini,



Gambar 2.17 Tipikal Sambungan Memanjang



Gambar 2.18 Ukuran Standart Penguncian Sambungan Memanjang

2.4.7 Sambungan Susut Memanjang

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara ini, yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

2.4.8 Sambungan Susut Melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 6 dan 7. Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton.

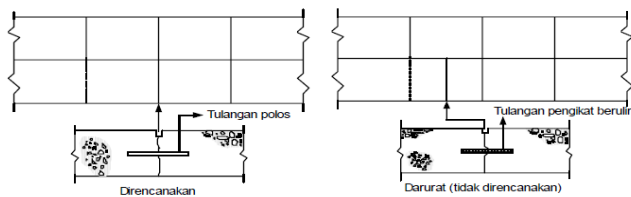
Tabel 2.20 Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton

No.	Tebal pelat beton h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen
Departemen Pekerjaan PU Bina Marga 2003

2.4.9 Sambungan Pelaksanaan Melintang

Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat) harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tebal pelat. Sambungan pelaksanaan tersebut di atas harus dilengkapi dengan batang pengikat berdiameter 16 mm, panjang 69 cm dan jarak 60 cm, untuk ketebalan pelat sampai 17 cm. Untuk ketebalan lebih dari 17 cm, ukuran batang pengikat berdiameter 20 mm, panjang 84 cm dan jarak 60 cm.



Gambar 2.19 Sambungan Pelaksanaan Yang Direncanakan Dan Yang Tidak Direncanakan Untuk Pengecoran Per Lajur

2.4.10 Perencanaan Tulangan

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedang dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

Tujuan utama penulangan untuk membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan, memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan, mengurangi biaya pemeliharaan.

1. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

2. Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan (BBDT)

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 F_s} \dots \dots \dots \text{pers(2.36)}$$

Dengan pengertian:

A_s : luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar pelat)

- f_s : kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.
 g : gravitasi (m/detik²).
 h : tebal pelat beton (m)
 L : jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)
 M : berat per satuan volume pelat (kg/m³)
 μ : koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

3. Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan (BBDT)

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton semen bertulang menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut :

$$P_s = \frac{100 \cdot f_{ct} \cdot (1,3 - 0,2\mu)}{F_y - n f_{cr}} \dots \dots \dots \text{pers}(2.37)$$

Dengan pengertian :

- P_s : persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%)
 F_{ct} : kuat tarik langsung beton
 $= (0,4 - 0,5 f_{cf}) \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
 f_y : tegangan leleh rencana baja (kg/cm²)
 n : angka ekuivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c)
 μ : koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya
 E_s : modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
 E_c : modulus elastisitas beton = $1485 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

Tabel 2.21 Hubungan Kuat Tekan Beton dan Angka Ekvivalen Baja dan Beton (n)

No.	Tebal Pelat Beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

*Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen
Departemen Pekerjaan PU Bina Marga 2003*

Persentase minimum dari tulangan memanjang pada perkerasan beton menerus adalah 0,6% luas penampang beton. Jumlah optimum tulangan memanjang, perlu dipasang agar jarak dan lebar retakan dapat dikendalikan. Secara teoritis jarak antara retakan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut :

$$Lcr = \frac{Fcr^2}{n \cdot u \cdot p^2 f_b (Es \cdot Ec - fct)} \dots \dots \dots \text{pers(2.38)}$$

Dengan pengertian :

Lcr : jarak teoritis antara retakan (cm).

p : perbandingan luas tulangan memanjang dengan luas penampang beton.

u : Perbandingan keliling terhadap luas tulangan = $4/d$.

- fb : Tegangan lekat antara tulangan dengan beton = $(1,97\sqrt{f'c})/d$. (kg/cm²)
- es : Koefisien susut beton = (400.10⁻⁶).
- fct : Kuat tarik langsung beton = (0,4 – 0,5 fcf) (kg/cm²)
- n : Angka ekivalensi antara baja dan beton = (Es/Ec).
- Ec : Modulus Elastisitas beton = $14850\sqrt{f'c}$ (kg/cm²)
- Es : Modulus Elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$ (kg/cm²)

2.5 Perencanaan Sistem Drainase Jalan

Pedoman perencanaan drainase jalan, dimaksudkan sebagai acuan atau tata cara perencanaan drainasesamping jalan diperkotaan maupun antar kota tetapi bukan untuk drainase wilayah. Lingkup pedoman perencanaan drainase samping jalan adalah perencanaan drainase jalan secara analitis, antara lain perencanaan drainase permukaan yaitu saluran samping jalan, saluran pada lereng, kolam drainase yang terbatas pada aliran dari saluran samping jalan, drainase bawah permukaan, yang dapat mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan, serta aspek – aspek lingkungan yang perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi konstruksi jalan.

2.5.1 Sistem Drainase Permukaan Jalan

Sistem drainase permukaan berfungsi untuk mengendalikan limpasan air hujan di permukaan jalan dari daerah sekitarnya agar tidak merusak konstruksi jalan, seperti kerusakan karena air banjir yang melimpas di atas perkerasan jalan atau kerusakan pada badan jalan akibat erosi. Sistem drainase permukaan jalan terdiri atas kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan, saluran samping jalan, drainase lereng dan gorong – gorong yang dapat dilihat pada Gambar 2.20 berikut ini,



Gambar 2.20 Tipikal Sistem Drainase Jalan

2.5.2 Drainase Permukaan

Hal – hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan drainase permukaan diuraikan di bawah ini,

1. Plot rute jalan di pesta topografi (L)

Plot rute jalan rencana pada topografi diperlukan untuk mengetahui gambaran topografi atau daerah kondisi sepanjang trase jalan yang akan dilalui dapat dipelajari. Kondisi pada daerah layanan diperlukan untuk menentukan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi pola aliran.

2. Segmen panjang segmen saluran (L)

Penentuan segmen panjang saluran (L) didasarkan pada

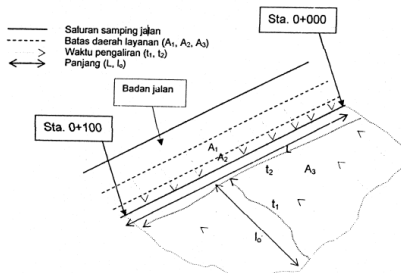
- c. Kemiringan rute jalan
- d. Adanya tempat buangan air seperti badan air (misalnya sungai)
- e. Langkah coba – coba sehingga dimensi saluran paling ekonomis

3. Luas daerah layanan (A)

- a. Perhitungan luas daerah layanan didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau
- b. Luas daerah layanan (A) untuk saluran samping kanan perlu diketahui agar dapat diperkirakan daya tampungnya terhadap curah hujan atau untuk memperkirakan volume limpasan

permukaan yang akan ditampung saluran samping jalan.

- c. Luas daerah layanan terdiri atas luas setengah badan jalan (A_1), luas bahu (A_2) dan luas daerah di sekitar (A_3).
- d. Batasan luas daerah layanan tergantung dari daerah sekitar dan topografi dan daerah sekelilingnya.
- e. Jika diperlukan pada daerah perbukitan, direncanakan beberapa saluran untuk menampung limpasan dari daerah bukit dengan layanan adalah puncak bukit tersebut hanya menampung air dari luasah layanan daerah sekitar (A_3)



Gambar 2.21 Daerah pengaliran saluran samping jalan

4. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) dipengaruhi kondisi permukaan tanah (tata guna lahan) pada daerah layanan dan kemungkinan perubahan tata guna lahan. Angka ini akan mempengaruhi debit yang mengalir, sehingga dapat diperkirakan daya tampung saluran.

Diperlukan pula jenis sifat erosi dan tanah pada daerah sepanjang trase jalan rencana, antara lain tanah dengan permeabilitas tinggi (sifat lulus air) atau tanah dengan tingkat erosi permukaan.

Tabel 2.22 Harga koefisien pengaliran (C) dan harga faktor limpasan(f k)

NO.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)	Faktor Limpasan (fk)
	BAHAN		
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95	
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 - 0,70	
3	Bahu jalan		
	a. Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65	
	b. Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20	
	c. Batuan masif keras	0,70 - 0,85	
	d. Batuan masif lunak	0,60 - 0,75	
	TATA GUNA LAHAN		
1	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95	2
2	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70	1,5
3	Daerah industri	0,60 - 0,90	1,2
4	Pemukiman padat	0,40 - 0,60	2
5	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60	1,5
6	Taman an kebun	0,20 - 0,40	0,2
7	Persawahan	0,45 - 0,60	0,5

8	Perbukitan	0,70 - 0,80	0,4
9	Pegunungan	0,75 - 0,90	0,3

Sumber : Perencanaan Sistem Drainase Jalan Departemen Pekerjaan Umum 2006

Bila daerah pengaliran atau daerah layanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, Ffarga C rata-rata ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C = \frac{C1 \cdot A1 + C2 \cdot A2 + C3 \cdot A3 \cdot fk3}{A1 + A2 + A3} \dots\dots\dots \text{pers(2.39)}$$

Keterangan :

C1, C2, C3 Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A1, A2, A3 Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

Fk Faktor limpasan sesuai guna lahan

5. Analisa Hidrologi

a. Data Curah Hujan

Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) yaitu stasiun curah hujan yang terletak pada daerah layanan saluran samping jalan. Jika daerah layanan tidak memiliki data curah hujan maka digunakan data dari stasiun di luar daerah layanan yang dianggap masih dapat mewakili. Jumlah

data curah hujan yang diperlukan minimal 10 tahun terakhir.

b. Periode Ulang

Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai periode ulang tertentu. Periode ulang untuk pembangunan saluran drainase ditentukan 5 tahun, disesuaikan dengan peruntukannya.

c. Intensitas Curah Hujan

Adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas curah hujan (i) mempunyai satuan mm/jam, berarti tinggi air persatuan waktu, misalnya mm dalam kurun waktu menit, jam atau hari. Perhitungan Intensitas Curah Hujan seperti dibawah ini,

$$R_t = R + \frac{S_r}{S_n}(Y_t + Y_n) \dots \dots \dots \text{pers}(2.40)$$

Dimana

S_x

$$= \sqrt{\frac{\sum (R_i - R)^2}{n}} \dots \dots \dots \text{pers}(2.41)$$

Maka :

$$I = \frac{90\% \times R_t}{4} \dots \dots \dots \text{per}(2.42)$$

Keterangan :

R_t = Besar curah hujan untuk periode ulang “T” tahun (mm/jam)

R = Tinggi hujan maksimum rata – rata

S_x = Standart Deviasi

Y_t = Variasi yang merupakan periode ulang

Y_n = Nilai yang tergantung pada tabel

S_n = Standart deviasi yang merupakan fungsi dari n

6. Analisa Debit Aliran Air (Q)

$$Q = 1/36 \times C \times L \times A \dots \text{pers}(2.43)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran air (m^3/detik)

C = Koefisien pengaliran rata – rata cari C1, C2, C3

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah layanan (km^2) terdiri atas A1,A2,A3

7. Dimensi Saluran Tepi

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan – pertimbangan antara lain :

- Kondisi tanah dasar
 - Kecepatan aliran air yang masuk
 - Dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah
- Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan

2.6 Perhitungan Anggaran Biaya

Perhitungan biaya merupakan proses perhitungan untuk mendapatkan jumlah nilai atau besarnya kebutuhan biaya yang digunakan dalam pelaksanaan pembangunan suatu konstruksi. Perhitungan biaya perkerasan penulis menghitung mengenai anggaran biaya dalam merencanakan suatu konstruksi yang berupa Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder mulai dari Sta 0+000 sampai Sta 10+500.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam suatu perencanaan jalan terdapat metodologi atau proses urutan kerja yang merupakan sebuah cara ataupun urutan kerja pada suatu perhitungan perencanaan dimana akan digunakan untuk mendapatkan hasil perencanaan serta penulangan pada perencanaan kaku (rigit pavement) untuk ruas Jalan Tol serta anggaran biaya yang dibutuhkan. Skema pada metodologi yang terdapat pada bagan pekerjaan dan diharapkan dapat membantu proses pengerjaan sesuai rencana.

3.2 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan awal suatu kegiatan sebelum pengumpulan data dan pengolahan data, beberapa tahap persiapan adalah :

- a. Survey lokasi
- b. Mencari data yang dibutuhkan selama pengerjaan tugas akhir
- c. Mencari dan mengumpulkan serta mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan proyek akhir terapan.
- d. Konsultasi dengan dosen pembimbing tugas akhir

3.3 Tinjauan Pustaka

Sebelum melakukan pengolahan data, sebaiknya mencari dan memahami tinjauan pustaka yang akan digunakan dalam pembahasan tugas akhir ini. Tinjauan pustaka mengacu pada standart - standart perencanaan jalan ataupun teori yang terdapat dalam buku – buku perencanaan jalan. Standart yang digunakan pada perencanaan ini adalah Bina Marga 2003. Adapun teori yang diperlukan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah

- a. Analisa kapasitas jalan (MKJI 1997 – jalan bebas hambatan)
- b. Perencanaan Geometrik Jalan (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol 2009)
- c. Tebal perkerasan jalan dan sambungan perkerasan jalan dan “*Tata Cara Perencanaan Beton Semen Pd – T – 14 – 2003*, Ditrektorat Jenderal Bina Marga Peraturan Departemen Pekerjaan Umum.
- d. Dimensi Saluran Tepi “ *Perencanaan Sistem Drainase Jalan*” T – 02 – 2006 B”, Ditrektorat Jenderal Bina Marga Peraturan Departemen Pekerjaan Umum.
- e. Rencanaanggaran biaya

3.4 Pengumpulan Data

Data yang telah didapatkan untuk merencanakan pekerjaan jalan sebagai suatu dasar atau acuan dalam perencanaan. Berikut ini adalah data yang diperlukan beserta sumbernya :

- a. Peta Situasi : Peta Perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi - Bunder
- b. Data Lalu lintas : Laju Harian Rata – rata By Pass Krian, dan Legundi
- c. Data Curah Hujan : Data Curah Hujan Krian dan Legundi
- d. Data CBR tanah : Data SOIL CBR tanah

3.5 Analisa Kapasitas Rencana Jalan

Menganalisis rasio arus terhadap kapasitas jalan (derajat kejenuhan) yang merupakan faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu – lintas pada suatu simpang dan segmen jalan tersebut layak digunakan apa tidak. Derajat kejenuhan ini diberi batasan $>0,75$ apabila melebihi maka dianggap jalan itu mampu lagi menampung arus lalu – lintas sehingga rencana jalan perlu diperlebar.

3.6 Kontrol Geometrik Jalan

Melakukan kontrol terhadap alinyemen vertikal maupun alinyemen horizontal dengan tujuan untuk memberikan kenyamanan dan keselamatan pada pengguna jalan.

3.7 Tebal Perkerasan Jalan

Berdasarkan data lalu – lintas dan data CBR tanah dapat dihitung tebal perkerasan. Tebal perkerasan jalan umur rencana 40 tahun dan perencanaan ini mengacu pada “ *Tata Cara Perencanaan Jalan Dengan Beton Semen*”(SNI Pd – T – 14 – 2003), Direktorat Jenderal Bina Marga Pekerjaan Umum 2003.

3.8 Perencanaan Sambungan

Pada tahap ini akan direncanakan sambungan perkerasan yang juga mengacu pada “ *Tata Cara Perencanaan Jalan Dengan Beton Semen*”(SNI Pd – T – 14 – 2003), Direktorat Jenderal Bina Marga Pekerjaan Umum 2003.

3.9 Perencanaan Sistem Drainase

Pada tahap ini menggunakan “*Perencanaan Sistem Drainase Jalan*” T – 02 – 2006 B”, Data yang digunakan adalah peta situasi dan data curah hujan.

3.10 Gambar Rencana

Setelah menyelesaikan semua perhitungan dari perencanaan jalan, maka dapat membuat gambar rencana. Gambar rencana dibuat dengan detail untuk memudahkan proses pelaksanaan di lapangan.

3.11 Perhitungan Anggaran Biaya

1. Umum

Pengertian dari rencana anggaran biaya (RAB) merupakan rencana besarnya biaya yang diperlukan selama pelaksanaan proyek. RAB didapatkan dari hasil perkalian antara harga satuan dengan volume setiap pekerjaan. Dalam menentukan harga satuan biaya proyek menggunakan prinsip – prinsip dasar dengan membuat analisa biaya setiap kegiatan beracuan HSPK Kabupaten Sidoarjo 2016 untuk bahan, alat, tenaga kerja dan sewa alat yang telah ditentukan pemerintah.

2. Tenaga Kerja

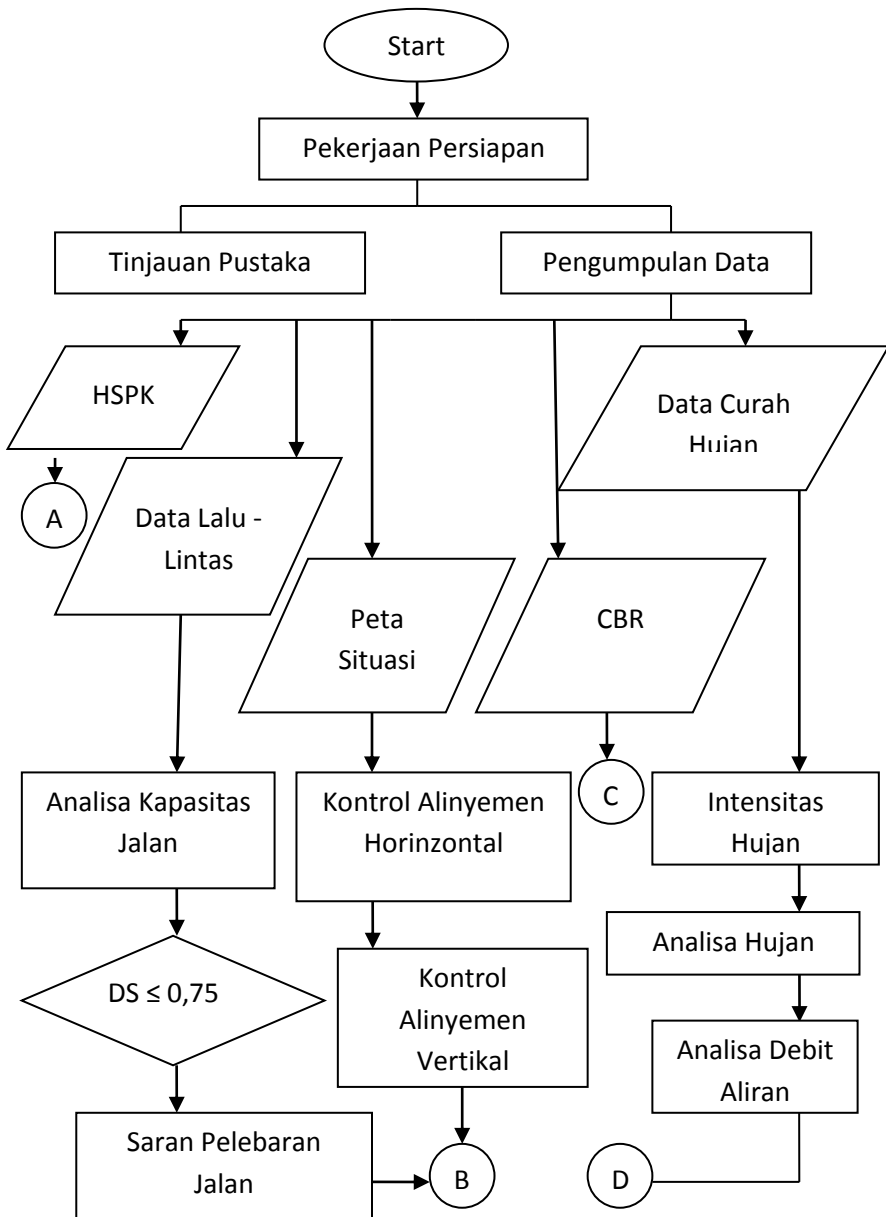
Perhitungan menentukan jumlah tenaga kerja dan jumlah tukang yang diperlukan didasarkan pada kapasitas kerja rata – rata dan angka – angka produktivitas yang didapat dari studi – studi yang dilaksanakan sebelumnya.

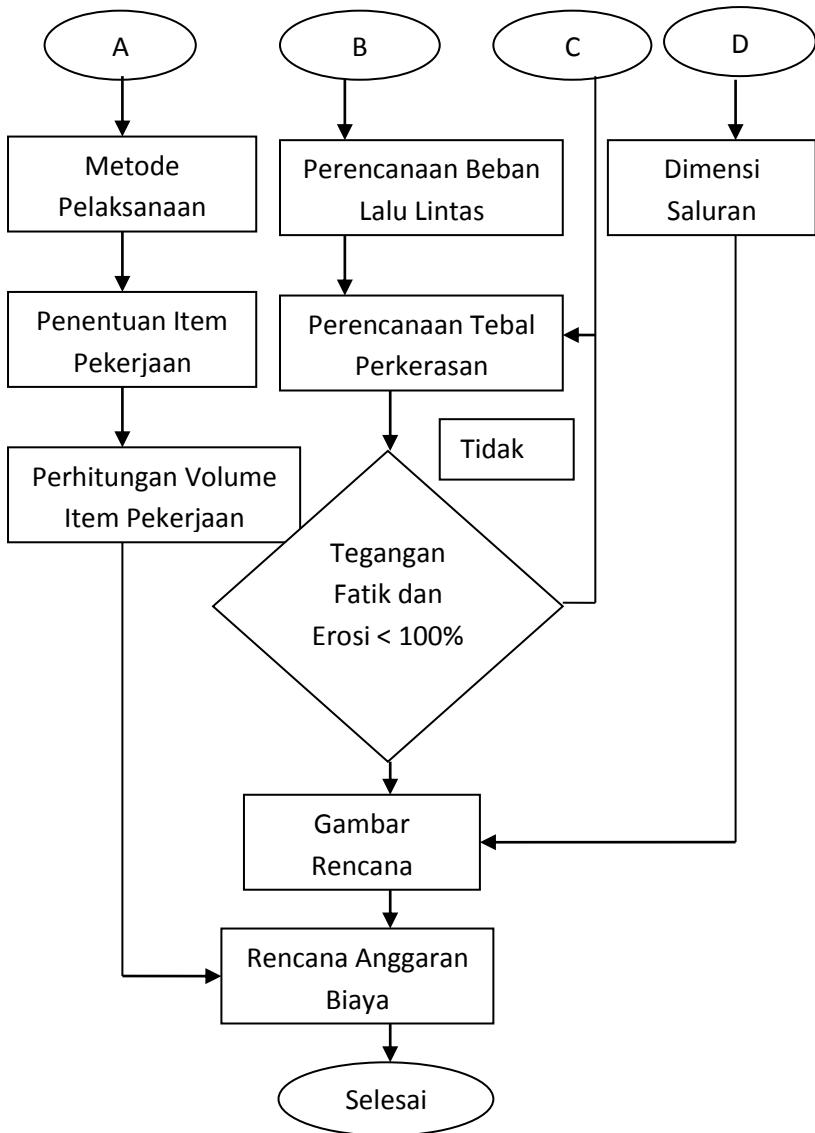
3. Bahan

Harga bahan bisa berubah tergantung dari ketetapan pemerintah daerah atau dari HSPK suatu wilayah. Namun, harga tersebut perlu dibandingkan dengan daerah sekitar.

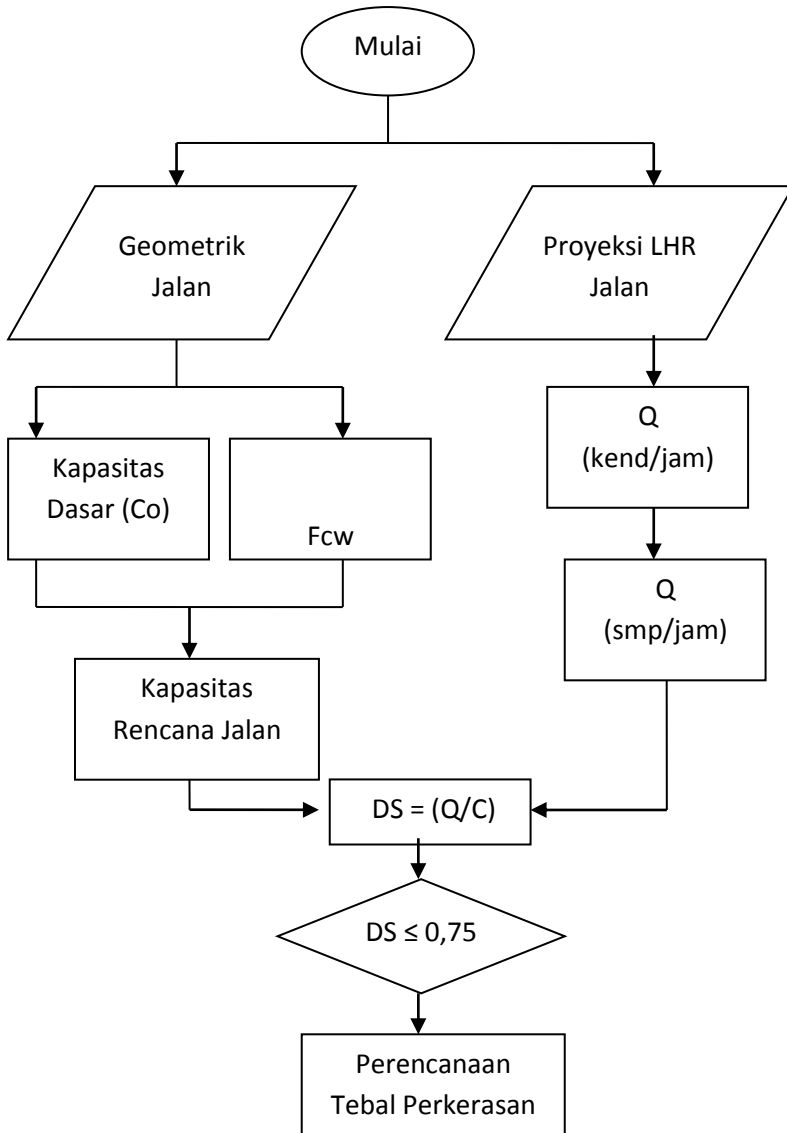
3.12 Kesimpulan

Pada bagian kesimpulan berisi tentang hasil dan perhitungan perencanaan jalan yang meliputi kapasitas rencana jalan, geometrik jalan, tebal perkerasan kaku, dimensi saluran tepi serta rencana anggaran biaya yang dibutuhkan selama pelaksanaan proyek.

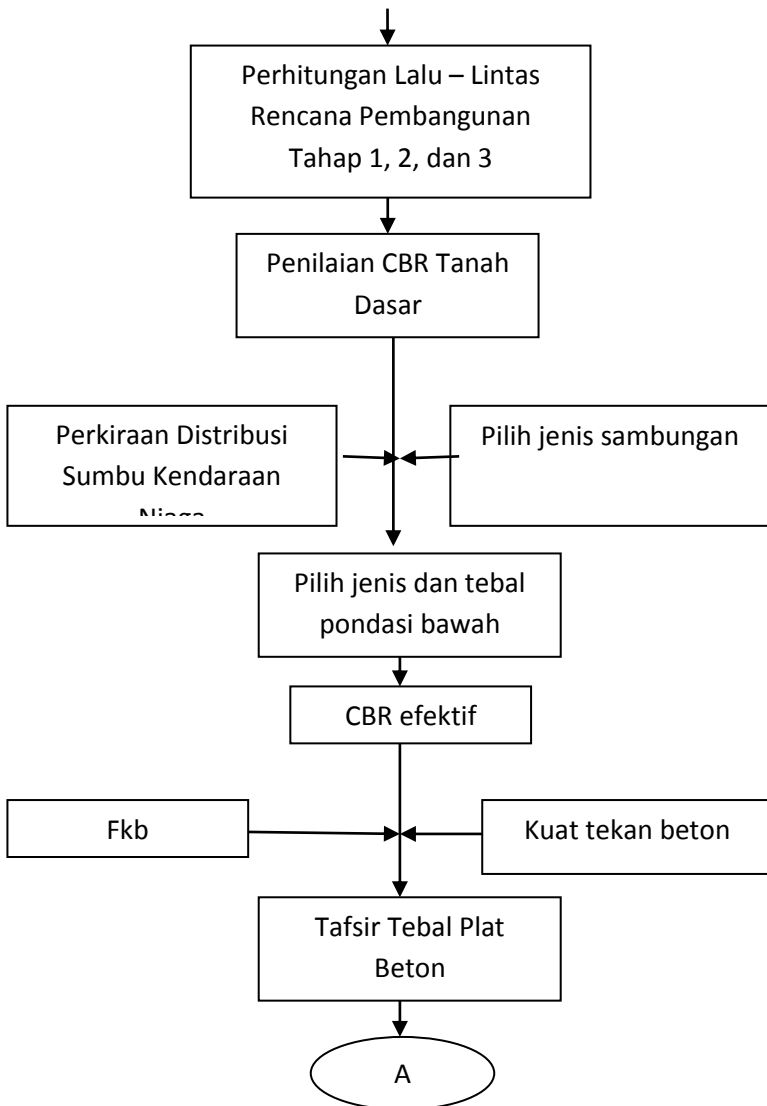


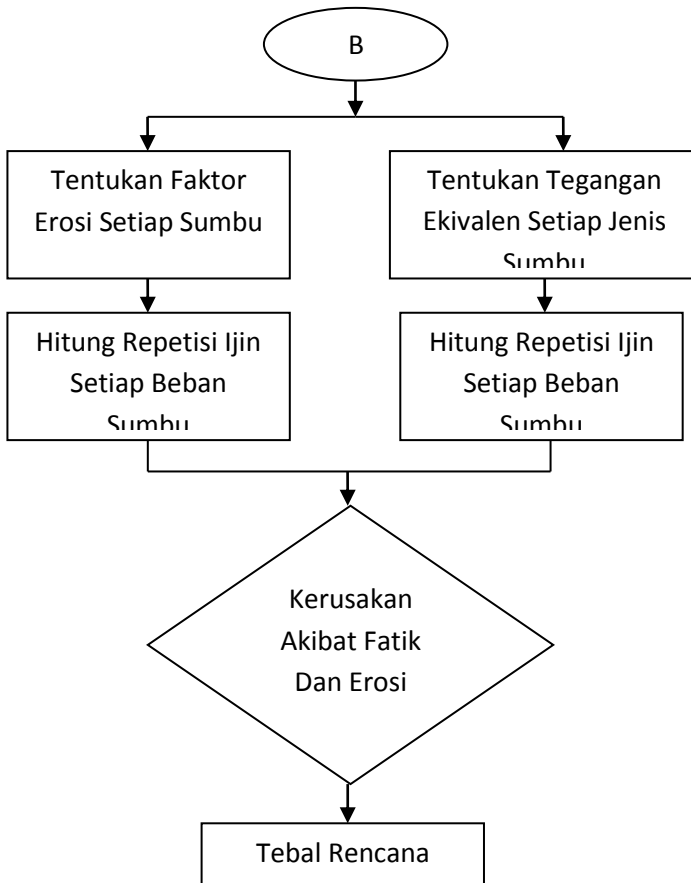


Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir

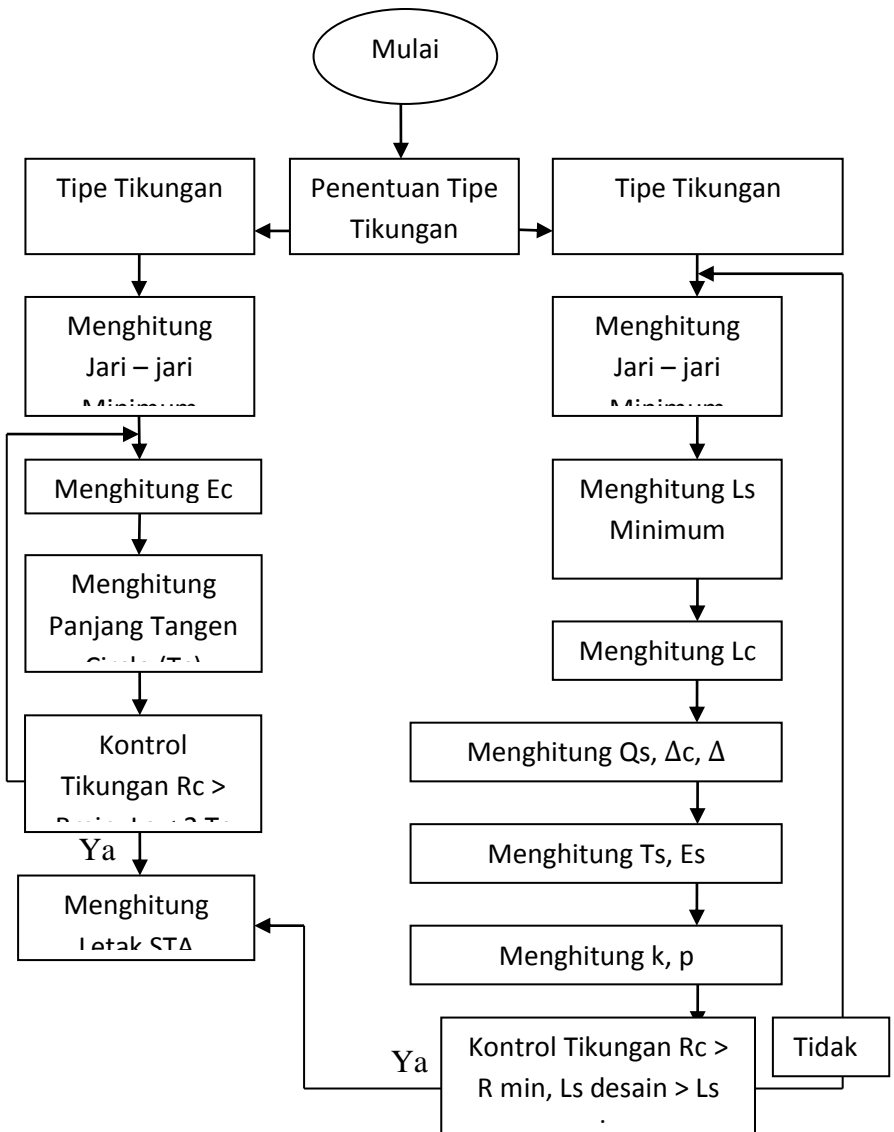


Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Kapasitas Jalan

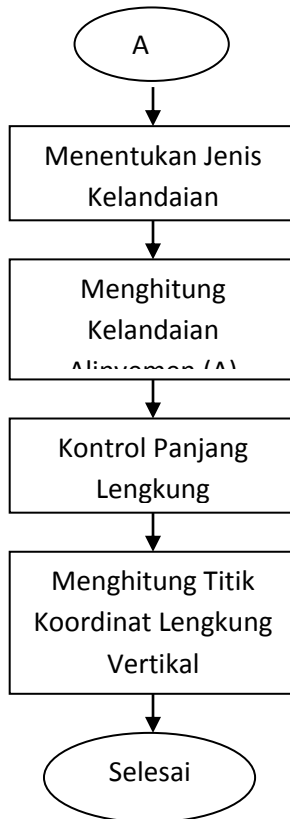




Gambar 3.3 Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan



Gambar 3.4 Diagram Alir Kontrol Alinyemen Horizontal



Gambar 3.5 Diagram Alir Kontrol Alinyemen Vertikal

BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Umum

Perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Sta 0+000 sampai Sta 10+500 berlokasi didaerah Kecamatan Krian Kota Sidoarjo sampai Kecamatan Kedamean Kota Gresik. Perencanaan Jalan Tol ini menghubungkan dari Kota Sidoarjo ke Kota Gresik. Konstruksi yang digunakan adalah perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Untuk mendukung perencanaan alternatif jalan yang baik, maka diperlukan data – data terkait kondisi jalan tersebut, Data – data tersebut meliputi :

- Peta Lokasi Proyek
- Data Geometrik Jalan
- Data Lalu – lintas (LHR)
- Data CBR
- Data Curah Hujan

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi Proyek

Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder Sta 0+000 terletak di By Pass Krian Kota Sidoarjo pada Sta 10+500 terletak di Desa Kedamean Kota Gresik atau sepanjang 10,5 KM sebagai proyek tugas akhir sesuai dengan judul yang diambil yaitu “ Perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder - Manyar Berdasarkan Perkerasan Kaku Metode Bina Marga Kota Sidoarjo – Kota Gresik Jawa Timur” .

4.2.2 Data Geometrik Jalan

Kondisi geometrik pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar bersifat datar pada Sta 0+000 – Sta 10+500 sehingga memberi kenyamanan dan keamanan kepada pengguna Jalan Tol ini. Adapun hal – hal yang harus diperhatikan dalam mengontrol geometrik Jalan Tol adalah :

- Memenuhi aspek kenyamanan, keselamatan dan kelancaran lalu – lintas yang diperlukan
- Mempertimbangkan aspek – aspek lalu – lintas yang dipakai pada jalan tol, tingkat pengembangan jalan, standart desain, kelas dan fungsi jalan dll.
- Memenuhi ketentuan standart geometrik yang dirancang khusus jalan bebas hambatan dengan sistem pengumpul tol.
- Dapat melayani arus lalu – lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi
- Dapat terbentuk keserasian antara alinyemen vertical dan alinyemen horizontal
- Mempertimbangkan saluran tepi yang memadai.

Kontrol alinyemen horizontal dan alinyemen vertical jalan bebas hambatan untuk Jalan Tol harus mempertimbangkan aspek konstruksi, lingkungan dan kebutuhan pengguna jalan. Kondisi Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar masih dalam proses tahap perencanaan.

4.2.3 Data Lalu – Lintas

Data lalu – lintas harian rata – rata (LHR) digunakan untuk perencanaan struktur konstruksi perkerasan jalan dan analisis kapasitas jalan.

Data lalu – lintas diperoleh dari laporan analisa lalu lintas Jalan Krian – Legundi tahun 2015. Data LHR untuk seksi Krian – Legundi tercantum dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Lalu – Lintas Tahun 2015

Golongan Kendaraan	LHR
Golongan I	1356
Golongan II	502
Golongan III	411
Golongan IV	1320
Golongan V	810
Jumlah	4399

Sumber : Data Lalu – Lintas By Pass Krian – Menganti Tahun 2015

4.2.4 Data CBR Tanah Dasar

Data CBR tanah dasar digunakan untuk mendesain tebal perkerasan jalan. Pada perencanaan perkerasan jalan tol ini 26 titik pelaksanaan pengujian sondir. Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur dari hasil pengujian laboratorium didapatkan nilai CBR 2,5%.

4.2.5 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini digunakan untuk merencanakan drainase jalan baik saluran tepi maupun saluran tengah. Drainase ini memiliki peranan penting karena dalam perkerasan kaku rawan adanya rembesan air yang masuk pada lapisan beton.

Data curah hujan didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Sidoarjo dengan mengambil data dari stasiun Krian Sidoarjo. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan rata – rata terbesar pertahun selama kurang lebih 7 tahun mulai tahun 2008 sampai tahun 2014.

Tabel 4.2 Data Curah Hujan

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Curah Hujan	64	101	157	93	96	127	72

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Sidoarjo (Stasiun Krian)

4.3 Pengelolaan Data

4.3.1 Pengelolaan Data Lalu – Lintas

Data lalu lintas diperoleh dari laju PDRB atas dasar harga konstan mulai tahun 2010 sampai dengan 2014 Kota Sidoarjo dan Kota Gresik. Dapat diketahui prosentase laju PDRB rata – rata tiap golongan kendaraan dan dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dibawah ini,

Tabel 4.3 Golongan 1 Laju PDRB atas dasar harga konstan

Tahun	Kota		Laju PDRB		Laju PDRB rata2
	Sidoarjo	Gresik	Sidoarjo	Gresik	
2010	41.789,6	50.016,9			
2011	43.974,0	52.568,2	5,23%	5,10%	5,16%
2012	46.378,3	55.500,2	5,47%	5,58%	5,52%
2013	48.792,8	58.108,1	5,21%	4,70%	4,95%
2014	50.940,6	61.484,9	4,40%	5,81%	5,11%

Laju PDRB atas dasar harga konstan	5,19%
------------------------------------	-------

Sumber : Dinas Pendapatan Daerah Kota Sidoarjo – Kota Gresik

Tabel 4.4 Golongan II,III,IV Dan V Laju PDRB atas dasar harga konstan

Tahun	Kota		Laju PDRB rata2
	Sidoarjo	Gresik	
2011	7,04	6,48	6,76%
2012	7,26	6,92	7,09%
2013	6,88	6,03	6,46%
2014	6,18	7,06	6,62%
Laju PDRB			6,73%

Sumber : Dinas Pendapatan Daerah Kota Sidoarjo – Kota Gresik

Dari data Laju PDRB atas dasar harga konstan dapat digunakan untuk menghitung volume lalu – lintas yang melalui jalan arteri sampai dengan awal umur rencana tahun 2019 dengan angka pertumbuhan sebesar 5,11% untuk golongan 1 dan 6,73% untuk golongan II,III,IV, dan V. Rekapitulasi hasil perhitungan LHR jalan arteri dapat dilihat pada tabel 4.5 dan berikut ini adalah contoh perhitungan volume LHR Gol 1.

$$\begin{aligned}
 \text{LHR Gol. I 2015} &= \text{Volume kendaraan} \times (1+i)^{n-1} \\
 &= 6034 \times (1 + 5,11\%)^{2-1} = 6676
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 LHR jalan arteri

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
2015	6034	2291	1545	5113	2488
2016	6676	2609	1759	5823	2833
2017	7385	2971	2003	6633	3226
2018	8171	3383	2280	7554	3674
2019	9040	3853	2597	8604	4184
2020	10002	4388	2957	9801	4766
2021	11066	4997	3367	11163	5428
2022	12243	5691	3835	12715	6182
2023	13546	6482	4367	14483	7041

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Jalan Tol direncanakan dibuka pada tahun 2019 dengan umur rencana 40 tahun, maka selanjutnya adalah menghitung volume lalu – lintas kendaraan yang melalu jalan tol pada tahun 2019 sampai 2059. Data LHR jalan arteri pada tahun 2019 terlebih dahulu dikalikan dengan prosentase pembebanan lalu – lintas pada jalan tol. Dalam analisis pembebanan lalu – lintas yang dilakukan oleh PT. Waskita Bumi Wira selaku konsultan menggunakan model kurva dengan asumsi sebagai berikut :

- Panjang jalan tol sama dengan 29,6 Km
- Kecepatan di jalan tol 100 km/jam
- Kecepatan jalan non tol golongan 1 misal 42,45 km/jam, golongan II dan golongan III

- Tarif pada saat awal operasi jalan tol (tahun 2019) diperoleh berdasarkan hasil perhitungan tarif pada kondisi saat ini (tahun 2015) dikalikan dengan laju inflasi antara 2015 – 2019 (asumsi sebesar 6 persen per tahun). Tabel di bawah ini menunjukkan nilai tarif per golongan kendaraan pada saat awal umur rencana (Tahun 2019).

Tabel 4.6 Tarif Pada Awal Umur Rencana Tahun 2019 (Rp/km)

No	Golongan Kendaraan	Tarif (Rp/km)
1	Golongan I	937
2	Golongan II	1.405
3	Golongan III	1.874
4	Golongan IV	2.342
5	Golongan V	2.810

Sumber : Laporan analisa lalu – lintas Jalan Tol Krian – Legundi tahun 2015

Nilai *diversion traffic* untuk seksi Krian – Legundi dapat dilihat pada ini hanya digunakan untuk tahun awal pengoperasian saja sedangkan untuk tahun ke 6 diambil *growth factor*. Asumsi pertumbuhan pada jalan tol berdasarkan laporan analisa lalu – lintas pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar adalah sebagai berikut :

- Tahun 2019 diverted traffic

- Tahun 2 28,87 %
- Tahun 3 15,02 %
- Tahun 4 10,76 %
- Tahun 5 8,63 %
- Tahun 6 6,50 %
- dst 6,50 %

Perhitungan LHR pada awal pengoperasian jalan tol dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 LHR Jalan Tol Krian – Menganti Kota Sidoarjo 2019

LHR	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	<i>Diversion Traffic</i>
LHR Jalan Arteri	9040	3853	2597	8604	4184	28,87%
LHR Jalan Tol	2610	1112	750	2484	1208	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.6 LHR Jalan Tol Krian – Legundi Kota Sidoarjo 2020

LHR	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	<i>Diversion Traffic</i>
LHR Jalan Arteri	10002	4388	2957	9801	4766	28,87%
LHR Jalan Tol		1267	854	2829	1376	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.7 LHR Jalan Tol Krian – Legundi Kota Sidoarjo 2021

LHR	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	<i>Diversion Traffic</i>
LHR Jalan Arteri	11066	4997	3367	11163	5428	15,02%
LHR Jalan Tol	1662	751	506	1677	815	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.8 LHR Jalan Tol Krian – Legundi Kota Sidoarjo 2022

LHR	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	<i>Diversion Traffic</i>
LHR Jalan Arteri	12243	5691	3835	12715	6182	10,76%
LHR Jalan Tol	1317	612	413	1368	665	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.9 LHR Jalan Tol Krian – Legundi Kota Sidoarjo 2023

LHR	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	<i>Diversion Traffic</i>
LHR Jalan Arteri	13546	6482	4367	14483	7041	8,63 %
LHR Jalan Tol	881	421	284	941	458	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Setelah diketahui Lalu lintas Harian Rata - rata yang membebani jalan tol pada tahun awal umur rencana tahun 2019 dan sampai tahun 2023, maka dapat dihitung volume kendaraan yang melalui jalan tol hingga akhir umur rencana tahun 2058 berdasarkan tingkat pertumbuhan rekapitulasi PDRB Kota Sidoarjo – Kota Gresik. Berikut ini adalah contoh perhitungan volume kendaraan golongan I pada tahun 2019 :

$$\begin{aligned}
 \text{LHR Gol. I 2020} &= \text{Volume Kendaraan} \times (I+i)^{n-1} \\
 &= 2610 \times (1 + 5,19\%)^{2-1} \\
 &= 2887
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan volume kendaraan pada awal umur rencana tahun 2019 hingga akhir umur rencana 2058 disajikan pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Volume Kendaraan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder - Manyar Kota Sidoarjo Tahun 2023 – Tahun 2058

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	Growth Factor (i) 5,19%	Growth Factor (i) 6,73%			
2019	2610	1112	750	2484	1208
2020	2887	1266	853	2829	1375
2021	3037	1441	971	3221	1565
2022	3359	1641	1105	3668	1782
2023	3533	1868	1257	4178	2029
2024	3909	2127	1431	4758	2310

2025	4112	2422	1629	5419	2631
2026	4548	2758	1855	6172	2996
2027	4784	3140	2112	7030	3412
2028	5293	3576	2405	8007	3886
2029	5568	4073	2739	9120	4425
Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	Growth Factor (i) 5,19%	Growth Factor (i) 6,73%			
2030	6160	4638	3119	10388	5040
2031	6479	5283	3552	11832	5740
2032	7168	6017	4045	13477	6538
2033	7540	6853	4606	15351	7446
2034	8342	7805	5246	17486	8481
2035	8775	8890	5975	19917	9660
2036	9709	10126	6806	22688	11003
2037	10213	11534	7751	25843	12533
2038	11299	13138	8829	29438	14276
2039	11886	14965	10056	33532	16261
2040	13150	17046	11454	38196	18522
2041	13833	19416	13047	43510	21098
2042	15305	22116	14861	49562	24032
2043	16099	25192	16928	56457	27375
2044	17813	28697	19282	64311	31183
2045	18737	32688	21964	73257	35520
2046	20732	37235	25018	83448	40461
2047	21808	42414	28498	95057	46089
2048	24129	48314	32462	108282	52501
2049	25381	55035	36977	123346	59804
2050	28083	62691	42121	140506	68124

2051	29541	71413	47980	160053	77601
2052	32686	81347	54655	182320	88396
2053	34382	92664	62258	207685	100693
2054	38043	105555	70919	236579	114702
2055	40017	120240	80785	269494	130659
2056	44277	136968	92023	306987	148837
2057	46575	156023	104825	349697	169543
2058	51534	177730	119409	398349	193131

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

4.3.2 Pengelolaan Data Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan ini membahas tentang bagaimana mengolah data mentah yang didapat, penentuan curah hujan maksimum pada wilayah tersebut dan penentuan periode curah hujan yang nantinya akan berfungsi untuk merencanakan saluran tepi (drainase) pada jalan tersebut.

Dari data curah hujan seperti yang tertulis pada Tabel 4.11 maka dilakukan perhitungan data curah hujan yang berpedoman pada SNI perencanaan drainase permukaan jalan.

Tabel 4.11 Perhitungan Curah Hujan per Tahun

NO	Tahun	CH (Xi)	(Xi - X)	(Xi - X) ²
1	2008	64	-37,4	1398,76
2	2009	101	-0,4	0,16
3	2010	157	55,6	3091,36

4	2011	93	-8,4	70,56
5	2012	96	-5,4	29,16
6	2013	127	25,6	655,36
7	2014	72	-29,4	864,46
Σ		710	-37,4	1398,76
Rata - Rata (x)		101,4	mm/tahun	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Untuk perhitungan mendapatkan curah hujan rata – rata maksimum adalah dengan menggunakan rumus :

$$X \text{ rata – rata} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dimana,

Xi = Curah hujan harian maksimum per tahun

$\sum \text{Xi}$ = Total curah hujan harian maksimum per tahun

Sehingga,

$$X \text{ rata – rata} = \frac{710}{7}$$

$$X \text{ rata – rata} = 101,4 \text{ mm/tahun}$$

5.3.4 Zona Kawasan Industri Sekitar Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar

Zona kawasan industri studi ini juga didasarkan pada faktor ketersediaan data sosial ekonomi tiap zona yang umumnya

tercatat dalam buku Kabupaten/Kota dan Kecamatan Dalam Angka yang dapat diperoleh dari kantor Badan Pusat Statistik (BPS). Pembagian zona studi disajikan pada Tabel 4.13 berikut ini,

Tabel 4.12 Daftar Pembagian Zona Lalu Lintas kawasan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder -Manyar

N o	Nomor Zona	Nama Zona	Kabupate n/ Kota	Kecamatan	Keterangan
1	5151	Sidoarjo	Sidoarjo	Sidoarjo, Candi	
2	5154	Krian		Krian, Balongben do, Tarik, Wonoayu, Prambon, Krembung, Sukodono	
3	5241	Lamongan	Lamonga n		Zona Eksternal
4	5251	Gresik	Gresik	Gresik, Kebomas, Manyar	
5	5253	Menganti		Menganti, Cerme, Benjeng, Balong Panggang, Duduk Sampeyan, Kedamean, Driyorejo, Wringinan om	

	5760	Mojokerto			Zona Eksternal
6	5780	Surabaya			

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS).

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kondisi Wilayah

Sesuai dengan rencana koridor jalan tol maka pada titik awal rencana dimulai di Simpang Susun Dahanrejo yang merupakan pertemuan rencana jalan tol Krian – Legundi – Bunder dengan ruas jalan tol Surabaya - Gresik. Rute atau koridor terpilih akan melintasi wilayah-wilayah administratif yang termasuk dalam lokasi proyek dan yang diperkirakan akan terkena dampak langsung dari proyek adalah sebagai berikut:

1. Kabupaten Gresik
 - a). Kecamatan Wringinanom
 - b). Kecamatan Kedamean
 - c). Kecamatan Menganti
 - d). Kecamatan Cerme
 - e). Kecamatan Kebomas

2. Kecamatan Krian (Kabupaten Sidoarjo)

Pada perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar ini berada di kawasan Jalan Krian Bypass dan Jalan Raya Kota Krian merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan Kota Surabaya dan Kota Mojokerto. Kemudian di kawasan Legundi yang terletak di perbatasan kabupaten Gresik dan Kabupaten Sidoarjo dan merupakan sentra industri dan memasuki

wilayah Kabupaten Sidoarjo, penggunaan lahan sebagian besar masih merupakan lahan persawahan sebagian lagi permukiman, industri dan komersial atau perdagangan. Pada segmen tengah rencana jalan tol ini akan berpotongan dengan jalan kereta api di wilayah Kecamatan Cerme. Selanjutnya pada posisi menjelang akhir koridor yaitu pertemuan dengan ruas jalan tol Surabaya – Gresik di Desa Dahanrejo, Kecamatan Kebomas akan melalui lahan pertanian yang diselingi lahan tambak dan tegalan serta sedikit permukiman. Rencana jalan ini akan melintasi Jalan Nasional Pantura di wilayah Kecamatan Dudusampeyan.

5.2 Perencanaan Geometrik Jalan

5.2.1 Kondisi Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan dan tipe jalan dapat direncanakan dengan penentuan medan pada jalan tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar STA 0+0.00 – STA 10+500. Dan Dari gambar potongan memanjang didapatkan elevasi potongan jalan. Rekapitulasi elevasi potongan memanjang dapat dilihat pada Tabel berikut,

Tabel 5.1 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 0+0.00	1	0
STA 0+1.00	3	0,5
STA 0+2.00	3	0,4

STA 0+3.00	5	0,5
STA 0+4.00	6,76	0,51
STA 0+5.00	7	0,24
STA 0+6.00	5	2
STA 0+7.00	5,96	0,04
STA 0+8.00	6,5	0,6
STA 0+9.00	4	0,41
STA 1+0.00	1,84	0,16

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.2 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 1+1.00	1,84	0,16
STA 1+2.00	1,59	0,11
STA 1+3.00	1,57	0,02
STA 1+4.00	1,56	0,01
STA 1+5.00	1,68	0,49
STA 1+6.00	3,25	0,5
STA 1+7.00	5,2	0,6
STA 1+8.00	6,78	0
STA 1+9.00	6,66	0,12
STA 2+0.00	4,8	0,4

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.3 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 2+1.00	2,79	0,46
STA 2+2.00	1,6	0,9
STA 2+3.00	1,64	0,04

STA 2+4.00	1,68	0,07
STA 2+5.00	1,71	0,03
STA 2+6.00	1,75	0,04
STA 2+7.00	1,79	0,04
STA 2+8.00	1,82	0,03
STA 2+9.00	1,86	1,86
STA 3+0.00	1,9	0,04

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.4 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 3+1.00	1,93	0,03
STA 3+2.00	1,96	0,03
STA 3+3.00	2,9	0,3
STA 3+4.00	2,9	2,9
STA 3+5.00	5,9	1,15
STA 3+6.00	7	0,25
STA 3+7.00	5,3	0,95
STA 3+8.00	3,3	0,1
STA 3+9.00	0,42	0,33
STA 4+0.00	1	0,75

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.5 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 4+1.00	2	0,15
STA 4+2.00	2,5	0,5
STA 4+3.00	2	0
STA 4+4.00	2	0

STA 4+5.00	2	0
STA 4+6.00	2	0
STA 4+7.00	2	0
STA 4+8.00	2	5
STA 4+9.00	1	1
STA 5+0.00	2	0,3

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.6 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 5+1.00	1	0
STA 5+2.00	1	0
STA 5+3.00	1	0
STA 5+4.00	1	0
STA 5+5.00	1	0,25
STA 5+6.00	0	0,25
STA 5+7.00	1	0
STA 5+8.00	1	0,25
STA 5+9.00	2	2
STA 6+0.00	2	0

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.7 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 6+1.00	2	0
STA 6+2.00	2	0
STA 6+3.00	2	0
STA 6+4.00	2	0
STA 6+5.00	2	0,25

STA 6+6.00	3	0,25
STA 6+7.00	2	0
STA 6+8.00	2	0
STA 6+9.00	2	0
STA 7+0.00	2	0

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.8 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 7+1.00	2	0
STA 7+2.00	2	0
STA 7+3.00	2	0
STA 7+4.00	2	0
STA 7+5.00	2	0
STA 7+6.00	2	0
STA 7+7.00	2	0
STA 7+8.00	2	0
STA 7+9.00	2	0
STA 8+0.00	2	0

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.9 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 8+1.00	2	0
STA 8+2.00	2	0
STA 8+3.00	2	0
STA 8+4.00	2	0
STA 8+5.00	1	1,25
STA 8+6.00	2	0

STA 8+7.00	2	0,25
STA 8+8.00	3	5,25
STA 8+9.00	1	1
STA 9+0.00	3	0,5

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.10 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 9+1.00	4	0,25
STA 9+2.00	3	0,2
STA 9+3.00	3	0
STA 9+4.00	3	0
STA 9+5.00	4	0,25
STA 9+6.00	4	0
STA 9+7.00	1	1
STA 9+8.00	0	0
STA 9+9.00	1	0,25
STA 10+0.00	1	0

Data : Hasil Pengolahan 2017

Tabel 5.11 Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

STA	Elevasi	Beda Tinggi
STA 10+1.00	2,76	0,46
STA 10+2.00	2,76	0
STA 10+3.00	2,76	0
STA 10+4.00	2,76	0
STA 10+5.00	2,76	0
Jumlah		38,93

Data : Hasil Pengolahan 2017

$$\begin{aligned} \text{Naik + Turun} &= \frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang jalan (km)}} \\ &= \frac{38,93 \text{ m}}{10,5 \text{ km}} = 28,43 \text{ m/km} \end{aligned}$$

5.2.2 Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Berdasarkan pada perhitungan diatas maka dapat ditentukan medannya adalah datar. Pada jalan bebas hambatan 2 lajur 2 arah terbagi menjadi (2/2UD) dan untuk tipe alinyemen datar didapatkan nilai Co adalah 3400/jam/jalur. Pada jalan bebas hambatan 4 lajur 2 arah terbagi menjadi (4/2D) Dan 6 lajur 2 arah terbagi menjadi (2/2UD) dan untuk tipe alinyemen datar didapatkan nilai Co adalah 2300/jam/jalur.

Tabel 5.12 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan terbagi

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
Empat - dan enam - lajur terbagi	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 5.13 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan terbagi

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (total kedua arah) (Smp/jam)
--	--

Dua - lajur tak - terbagi	
Datar	3400
Bukit	3300
Gunung	3200

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

5.2.3 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu – Lintas (FCw)

Kapasitas akibat lebar jalur lalu – lintas (FCw) untuk tipe jalan 2/2 UD, 4/2 D, dan 6/2D dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini,

Tabel 5.14 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan terbagi

Tipe Jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (wc) m per lajur	FCw
Empat lajur terbagi	3	0,91
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,03
Empat lajur tak terbagi	per lajur	
	3	0,91
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,03
Dua lajur tak terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91

	7	1
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

5.2.4 Pemisah Arah

Direncanakan ruas Jalan Tol – Krian – Legundi – Bunder – Manyar Kota Sidoarjo –Kota Mojokerto 2 Lajur 2 Arah terbagi dengan perbandingan jumlah kendaraan yang menuju

- Krian – Menganti
 $\frac{4082}{8164} \times 100\% = 50\%$
- Menganti – Krian
 $\frac{4082}{8164} \times 100\% = 50\%$

5.2.5 Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) dari hasil perhitungan KAJI didapatkan nilai DS pada awal umur rencana 2019 - 2034 adalah sebagai berikut,

Tabel 5.15 Rekapitulasi DS (2/2 UD)

Tahun	DS
2019	0,130
2020	0,147
2021	0,179
2022	0,171
2023	0,215
2024	0,239

2025	0,268
2026	0,310
2027	0,344
2028	0,391
2029	0,440
2030	0,491
2031	0,553
2032	0,628
2033	0,709
2034	0,805

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.15 mulai tahun 2034 DS Jalan Tol $\geq 0,805$, dimana hasil derajat kejenuhan tersebut dibutuhkan pelebaran jalan.

5.2.5 Perencanaan Pelebaran Jalan Pada Penentuan 4/2D

Jalan direncanakan menjadi 4/2UD dengan lebar lajur 3,5 m dan dapat dilihat nilai DS pada pelebaran jalan mulai tahun pertama 2035 pada pelebaran 4/2UD adalah sebagai berikut,

Tabel 5.16 Rekapitulasi DS (4/2 D)

Tahun	DS
2035	0,297
2036	0,352
2037	0,372
2038	0,412
2039	0,481

2040	0,529
2041	0,599
2042	0,680
2043	0,770

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.16 mulai tahun 2043 DS Jalan Tol $\geq 0,770$, dimana hasil derajat kejenuhan tersebut dibutuhkan pelebaran jalan.

5.2.6 Perencanaan Pelebaran Jalan Pada Penentuan 6/2D

Jalan direncanakan menjadi 6/2UD dengan lebar lajur 3,5 m dan dapat dilihat nilai DS pada pelebaran jalan mulai tahun pertama 2044 6/2UD pada pelebaran 6/2UD adalah sebagai berikut,

Tabel 5.17 Rekapitulasi DS (6/2UD)

Tahun	DS
2044	0,391
2045	0,457
2046	0,500
2047	0,561
2048	0,644
2049	0,731
2050	0,764
2051	0,942
2052	1,013
2053	1,225

2054	1,393
2055	1,582
2056	1,799
2057	2,043
2058	2,308

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari grafik diatas dapat diketahui nilai derajat kejenuhan pada jalan 6/2UD tahun 2050 DS Jalan Tol adalah $0,764 \geq 0,75$, dimana hasil derajat kejenuhan tersebut dibutuhkan akses jalan baru.

5.3.2 Penentuan Karakteristik Geometrik Perencanaan Jalan

- a. Klasifikasi jalan pada Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar Kota Sidoarjo – Gresik bertipe 2 lajur, 2 arah terbagi (2/2D) serta memiliki kriteria perencanaan sebagai berikut :
 - Kecepatan rencana 100/km
 - Lebar lajur rencana 3.6 m
 - Lebar jalur lalu – lintas 2 x 3,6
 - Lebar bahu jalan efektif 4,5 m (lebar bahu luar 3 m, lebar bahu dalam 1,5m)

Tabel 5.17 Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol

Lokasi Jalan Tol	VR (km/jam)	Lebar lajur (m)	Lebar Bahu Luar Diperkeras (m)	Dalam Diperkeras (m)
		ideal	Ideal	
Antarkota	120	3,75	3,5	1,5
	100	3,6	3,5	1,5
	80	3,6	3,5	1
Perkotaan	100	3,6	3,5	1
	80	3,5	3,5	0,5
	60	3,5	3,5	0,5

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

5.3.2.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat melaju.

1. Perhitungan Jari – jari minimum

Dari persamaan 2.27 dapat diketahui

$$R_{\min} = \frac{vr^2}{127}$$

$$= \frac{(100 \frac{km}{jam})^2}{127 (10\% + 0,0116)} = 365 \text{ m}$$

Dengan,

$$E_{maks} = 10\%$$

$$F_{maks} = 0,0116$$

- a. Kontrol Alinyemen Horizontal pada tikungan P1
STA P1 terletak pada Tikungan STA 0+826 – STA
1+221

$$R_c = 395 \text{ m (diambil dari gambar rencana)}$$

$$R_c = 395 \text{ m} > R_{min} 365 \text{ m (Ok)}$$

$$\Delta = 15^\circ$$

$$\begin{aligned} - T_c &= R_c \times T_g \left(\frac{1}{2} \right) \Delta \\ &= 395 \times T_g \left(\frac{1}{2} \right) 15^\circ \\ &= 52,91 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - E_c &= T_c \times T_g \frac{1}{4} \Delta \\ &= 52,91 \times T_g \left(\frac{1}{4} \right) 15^\circ \\ &= 3,544 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - L_c &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \times R_c \times \pi \\ &= \frac{15^\circ}{360} \times 2 \times 395 \times \pi \\ &= 103,35 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat, $L_c < 2 T_c$

$$103,35 \text{ m} < 790 \text{ m (OK)}$$

Letak STA

$$\begin{aligned}\text{STA } T_c &= \text{STA } P1 - T_c \\ &= 826 - 52,91 \\ &= 0+773 \text{ m}\end{aligned}$$

Letak STA

$$\begin{aligned}\text{STA } CT &= \text{STA } CT P1 + L_c \\ &= 1221 + 103,35 \\ &= 1+324 \text{ m}\end{aligned}$$

Diagram Superelevasi

Berdasarkan Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009, Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim Pada kecepatan rencana 100km/jam maka superelevasi maksimum 10%

b. Kontrol Alinyemen Horizontal pada tikungan P1 02 dan P1 03

- Terletak pada STA 2+347 s/d STA 4+553
 - Lengkung Peralihan terletak pada STA 2+347 - STA 3+044 dan STA 3+044 – STA 4+553
- $R_c = 2206$ (diambil dari gambar rencana)
- $R = 2206 \text{ m} > R_{min} 365 \text{ m (OK)}$
- $P1\ 02\ \Delta = 115^\circ$, $P1\ 03\ \Delta = 106^\circ$

- L_t minimal 170 m
- L_s minimal yang digunakan berdasarkan tingkat kelandaian yakni 56 m diambil dari tabel 2.14

$$\begin{aligned}
 - \text{Lc P1 02} &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \times R_c \times \pi \\
 &= \frac{20^\circ}{360} \times 2 \times 697 \times \pi \\
 &= 243,175 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $L_c < 2 T_c$

$$243,175 \text{ m} < 1394 \text{ m (OK)}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Lc P1 03} &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \times R_c \times \pi \\
 &= \frac{106^\circ}{360} \times 2 \times 1509 \times \pi \\
 &= 2790 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $L_c < 2 T_c$

$$2790 \text{ m} < 3018 \text{ m (OK)}$$

- $L_c \text{ PL02 } 1398,25$, $\text{PL 03 } 2790 > 56 \text{ m (OK)}$

$$Q_s \text{ PL 02} = \frac{L_s}{2R} \cdot \frac{360}{2\pi}$$

$$Q_s \text{ PL 02} = \frac{20}{2 \times 2206} \cdot \frac{360}{2 \times 3.14} = 0,25^\circ$$

$$Q_s \text{ PL 03} = \frac{106}{2 \times 2206} \cdot \frac{360}{2 \times 3.14} = 1,377^\circ$$

$$\begin{aligned}
 - \Delta_c \text{ PL 02} &= \frac{L_c \cdot 360}{2\pi R} = \frac{243,175 \times 360}{2\pi \times 2202} \\
 &= 6,33^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \Delta_c \text{ PL 03} &= \frac{L_c \cdot 360}{2\pi R} = \frac{2790 \times 360}{2\pi \times 2202} \\
 &= 72,63^\circ
 \end{aligned}$$

- $\Delta = \Delta_c + 2Q_s = 9,81^\circ + 2 \times 2,07^\circ = 14^\circ$
- $Y_c \text{ PL } 02 = \frac{Lc}{6R} = \frac{Ls}{6R} = \frac{20}{6 \times 2202}$
 $Y_c = 0,001 \text{ m}$
- $Y_c \text{ PL } 03 = \frac{Lc}{6R} = \frac{Ls}{6R} = \frac{106}{6 \times 2202}$
 $Y_c = 0,008 \text{ m}$
- $X_c = L_s - \frac{L_s^2}{40R^2}$
 $X_c \text{ PL } 02 = 20 - \frac{20^2}{40 \times 2202^2} = 20 \text{ m}$
 $X_c \text{ PL } 03 = 106 - \frac{106^2}{40 \times 2202^2} = 106 \text{ m}$
- $k = x_c - R \sin Q_s$
 $k \text{ PL } 02 = 20 - 2202 \times \sin (6,5)$
 $= 229,27 \text{ m}$
- $k \text{ PL } 03 = 106 - 2202 \times \sin (6,5)$
 $= 143,27 \text{ m}$
- $p \text{ PL } 02 \text{ dan PL } 03$
 $= Y_c - R (1 - \cos Q_s) = 0,001 -$
 $2202 (1 - \cos (6,5)) = 14,15 \text{ m}$
- $T_s \text{ PL } 02 = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k$
 $= (2202 + (14,15)) \tan \frac{20}{2} + (229,27)$
 $= 229,45 \text{ m}$
- $T_s \text{ PL } 03 = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k$

$$= (2202 + (14,15)) \tan \frac{106}{2} + (143,27)$$

$$= 419,92 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Es PL 02} &= \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \\ &= \frac{2202+(14,15)}{\cos \frac{20}{2}} - 2202 \end{aligned}$$

$$= 48,33 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Es} &= \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \\ &= \frac{2202+(14,15)}{\cos \frac{106}{2}} - 2202 \end{aligned}$$

$$= 1480 \text{ m}$$

Diagram Super Elevasi

$$- \text{ Letak STA P1 02}$$

$$\text{STA T}_s \text{ PL02} = \text{STA PI 02} - \text{T}_s$$

$$= 2+347 - 229,45 \text{ m}$$

$$= 2+117$$

$$\text{STA C}_s = \text{STA TS} + \text{L}_s$$

$$= 2+117 + 20 \text{ m}$$

$$= 2+137$$

$$\text{STA Sc} = \text{STA Cs} + \text{Lc}$$

$$= 2+137 + 243,175 \text{ m}$$

$$= 2+380$$

$$\text{STA ST} = \text{STA Sc} + \text{Ls}$$

$$= 3+528 + 20 \text{ m}$$

$$= 3+548$$

- Letak STA P1 03

$$\text{STA Ts PL03} = \text{STA P1 03} - \text{Ts}$$

$$= 2+347 - 419,92 \text{ m}$$

$$= 1+927$$

$$\text{STA Cs} = \text{STA TS} + \text{Ls}$$

$$= 1+927 + 106 \text{ m}$$

$$= 2+033$$

$$\text{STA Sc} = \text{STA Cs} + \text{Lc}$$

$$= 2+033 + 106 \text{ m}$$

$$= 2+139$$

$$\text{STA ST} = \text{STA Sc} + \text{Ls}$$

$$= 2+139 + 106 \text{ m} = 2+245$$

- c. Kontrol Alinyemen Horizontal pada tikungan PI 4

STA P1 4 terletak pada Tikungan STA 7+202 – STA 7+576

$$R_c = 374 \text{ m (diambil dari gambar rencana)}$$

$$R_c = 374 \text{ m} > R_{\min} 365 \text{ m (Ok)}$$

$$\Delta = 15^\circ$$

- $T_c = R_c \times \text{Tg} \frac{1}{2} \Delta$

$$= 374 \times \text{Tg} (\frac{1}{2}) 15^\circ = 50,1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad E_c &= T_c \times T_g \cdot \frac{1}{4} \Delta \\
 &= 50,1 \times T_g \left(\frac{1}{4} \right) 15^\circ = 3,35 \text{ m} \\
 - \quad L_c &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \times R_c \times \pi = \frac{15^\circ}{360} \times 2 \times 374 \times \pi \\
 &= 97,86 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $L_c < 2 T_c$

$97,86 \text{ m} < 748 \text{ m}$ (OK)

Letak STA

$$\begin{aligned}
 \text{STA } T_c &= \text{STA PI 4} - T_c \\
 &= 7+202 - 50,1 \\
 &= 7+151
 \end{aligned}$$

Letak STA

$$\begin{aligned}
 \text{STA } CT &= \text{STA CT PI 4} + L_c \\
 &= 7+151 + 97,86 \\
 &= 7+248
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009, Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim Pada kecepatan rencana 100km/jam maka superelevasi maksimum 10%.

- d. Kontrol Alinyemen Horizontal pada tikungan PI 5
 STA P1 05 terletak pada Tikungan STA 9+248 –
 STA 9+700

$$R_c = 452 \text{ m (diambil dari gambar rencana)}$$

$$R_c = 452 \text{ m} > R_{\min} 365 \text{ m (Ok)}$$

$$\Delta = 15^\circ$$

$$\begin{aligned} - T_c &= R_c \times T_g \frac{1}{2} \Delta \\ &= 452 \times T_g (1/2) 15^\circ = 60,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - E_c &= T_c \times T_g \frac{1}{4} \Delta \\ &= 60,5 \times T_g (1/4) 15^\circ = 4,05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - L_c &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \times R_c \times \pi = \frac{15}{360} \times 2 \times 452 \times \pi \\ &= 118,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat, } L_c < 2 T_c$$

$$118,2 \text{ m} < 586 \text{ m (OK)}$$

Letak STA

$$\begin{aligned} \text{STA } T_c &= \text{STA P105} - T_c \\ &= 9248 - 60,5 \\ &= 9+187,5 \end{aligned}$$

Letak STA

$$\begin{aligned} \text{STA } CT &= \text{STA CT P1 05} + L_c \\ &= 9+187,5 + 118,2 \\ &= 9+305,7 \end{aligned}$$

Berdasarkan Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009, Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim Pada kecepatan rencana 100km/jam maka superelevasi maksimum 10%.

5.3.2.2 Alinyemen Vertical

Alinyemen vertical didefinisikan sebagai perpotongan antara vertical badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994). Dalam alinyemen vertical kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan. Perencanaan alinyemen vertical mempertimbangkan beberapa aspek khususnya galian dan timbunan yang akan berdampak langsung pada biaya konstruksi jalan tersebut.

➤ **Panjang landai kritis**

Kelandaian jalan direncanakan kurang dari 3% pada kecepatan 100 km/jam sehingga kendaraan masih dapat mempertahankan kecepatannya ketika berada ditanjakan jalan.

1. Alinyemen vertical cembung pada PPV STA 0+150

– STA 1+000

Diketahui,

$$g_1 = +2\%$$

$$g_2 = -2\%$$

$$\Delta = g_2 - g_1 = -2 - (+2) = -4 \text{ (tipe alinyemen cembung)}$$

$$L = 850 \text{ m (diambil dari gambar rencana)}$$

a. Perhitungan jarak pandang henti

$$S_s = 0,278 \times V_r \times T + 0,039 \frac{V_r^2}{a}$$

$$= 184 \text{ m}$$

Keterangan,

V_r = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Wkru reaksi ditetapkan 2,5 detik

a = Tingkat perlambatan (m/s^2) ditetapkan $3,4 \text{ m/s}^2$

b. Panjang Lengkung

- Berdasarkan jarak pandang henti

$$D_{\text{henti}} = (V/3,6) 5 + (V/3,6)^2 / 2 g f$$

$$= (100/3,6) 2,5 + (100/3,6)^2/2 \times 9,8 \times 0,4)$$

$$= 69,44 + 30,22 = 99,67 \text{ m}$$

$$L_{vc} = D^2 \Delta/850 = (99,67)^2 \times 4/850 = 46,7 \approx 47 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times V_r = 0,6 \times 100 = 60 \text{ m}$$

➤ Kontrol panjang lengkung vertical

Dari gambar rencana L desain pada vertical cembung memiliki nilai yang lebih besar dari pada semua syarat panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain ataupun perubahan bentuk nalinyemen vertical.

c. Mencari titik kordinat lengkung p3

- Jika $x = 0 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{850 L} \times 2$$

$$y = 0$$

- $x = 20 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{850 L} \times 2$$

$$= 0,02 \text{ m}$$

- Jika $x = 40 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{850 L} \times 2$$

$$= 0,04 \text{ m}$$

- Jika $x = 60 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{850 L} \times 2$$

$$= 0,07 \text{ m}$$

- Jika $x = 80 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{850 L} \times 2$$

$$= 0,09 \text{ m}$$

- Jika $x = 100 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{850 L} \times 2$$

$$= 0,117 \text{ m}$$

$$Ev = \frac{AL}{850} = 0,117 \text{ m}$$

2. Alinyemen vertical cekung pada PPV STA 1+517 –
PTV STA 2+161

Diketahui,

$$g1 = +2\%$$

$$g_2 = -2\%$$

$$\Delta = g_2 - g_1 = -2 - (+2) = -4 \text{ (tipe alinyemen cekung)}$$

$$L = 644 \text{ m (diambil dari gambar rencana)}$$

a. Perhitungan jarak pandang henti

$$\begin{aligned} S_s &= 0,278 \times V_r \times T + 0,039 \frac{V_r^2}{a} \\ &= 184,20 \text{ m} \end{aligned}$$

Keterangan,

V_r = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Wkru reaksi ditetapkan 2,5 detik

a = Tingkat perlambatan (m/s^2) ditetapkan 3,4 m/s^2

b. Panjang Lengkung (L)

- Berdasarkan jarak pandang henti

$$\begin{aligned} D_{\text{henti}} &= (V/3,6) \cdot 5 + (V/3,6)^2 / 2 \cdot g \cdot f \\ &= (100/3,6) \cdot 2,5 + (100/3,6)^2 / 2 \times 9,8 \times \\ &\quad 0,4) \\ &= 69,44 + 30,22 = 99,67 \text{ m} \\ L_{vc} &= D^2 \Delta / 644 = (99,67)^2 \times 4 / 644 = 61,7 \\ &\approx 62 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times V_r = 0,6 \times 100 = 60 \text{ m}$$

➤ Kontrol panjang lengkung vertical

Dari gambar rencana L desain pada vertical cekung memiliki nilai yang lebih besar dari pada semua syarat panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain ataupun perubahan bentuk nalinyemen vertical.

c. Mencari titik kordinat lengkung p3

- Jika $x = 0$ m

$$y' = \frac{A}{644 L} \times 2$$

$$y = 0$$

- $x = 15$ m

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{644 L} \times 2 \\ &= 0,046 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jika $x = 30$ m

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{644 L} \times 2 \\ &= 0,0903 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jika $x = 45$ m

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{644 L} \times 2 \\ &= 0,139 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jika $x = 60$ m

$$y' = \frac{A}{644 L} \times 2$$

$$= 0,186 \text{ m}$$

- Jika $x = 75 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{644 L} \times 2$$

$$= 0,232 \text{ m}$$

$$Ev = \frac{AL}{644} = 0,232 \text{ m}$$

3. Alinyemen vertical cekung pada PLV 3+255 – PTV 3+915

Diketahui,

$$g1 = +2\%$$

$$g2 = -2\%$$

$$\Delta = g2 - g1 = -2 - (+2) = -4 \text{ (tipe alinyemen cekung)}$$

$L = 660 \text{ m}$ (diambil dari gambar rencana)

a. Perhitungan jarak pandang henti

$$Ss = 0,278 \times Vr \times T + 0,039 \frac{Vr^2}{a}$$

$$= 184,20 \text{ m}$$

Keterangan,

Vr = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Wkru reaksi ditetapkan 2,5 detik

a = Tingkat perlambatan (m/s^2) ditetapkan 3,4 m/s^2

b. Panjang Lengkung (L)

- Berdasarkan jarak pandang henti

$$\begin{aligned} D_{\text{henti}} &= (V/3,6) 5 + (V/3,6)^2 / 2 g f \\ &= (100/3,6) 2,5 + (100/3,6)^2 / 2 \times 9,8 \times \\ &\quad 0,4) \end{aligned}$$

$$= 69,44 + 30,22 = 99,67 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} L_{vc} &= D^2 \Delta / 660 = (99,67)^2 \times 4 / 660 = 60,2 \\ 60,2 &\approx 61 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times V_r = 0,6 \times 100 = 60 \text{ m}$$

➤ Kontrol panjang lengkung vertical

Dari gambar rencana L desain pada vertical cekung memiliki nilai yang lebih besar dari pada semua syarat panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain ataupun perubahan bentuk nalinyemen vertical.

c. Mencari titik kordinat lengkung p3

- Jika $x = 0 \text{ m}$

$$y' = \frac{A}{660 L} \times 2$$

$$y = 0$$

$$- x = 15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{660 L} \times 2 \\ &= 0,045 \text{ m} \end{aligned}$$

$$- \text{Jika } x = 30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{660 L} \times 2 \\ &= 0,0909 \text{ m} \end{aligned}$$

$$- \text{Jika } x = 45 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{660 L} \times 2 \\ &= 0,136 \text{ m} \end{aligned}$$

$$- \text{Jika } x = 60 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{660 L} \times 2 \\ &= 0,181 \text{ m} \end{aligned}$$

$$- \text{Jika } x = 75 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{660 L} \times 2 \\ &= 0,227 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Ev = \frac{AL}{660} = 0,227 \text{ m}$$

Tabel 5.18 Rekapitulasi Alinyemen Vertical

No PPV	P1	P2	P3
Tipe	Cembung	Cekung	Cekung
S	184	184	184
L	850	644	660
STA PLV	0+150	1+517	3+255
STA PPV	0+575	1+839	3+585
STA PTV	1+000	2+161	3+915
LVc	47	62	61
EV	0,117	0,232	0,227

Sumber : Hasil Perhitungan

5.5 Perencanaan Perkerasan Kaku

Dalam perencanaan perkerasan kaku penentuan beban lalu – lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga, sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Pengelompokan distribusi volume kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.19

Tabel 5.19 Distribusi Volume Kendaraan

Klasifikasi Jasa Marga	Pengelompokan dalam perhitungan	Konfigurasi sumbu	Distribusi Tipikal (%)	Distribusi Volume Kendaraan (%)
Kelas I	Mobil Penumpang	1,1	74,30	100

Total			74,30	100
Kelas IIA	Bus	1,2	5,00	29
	Truk 2 as kecil	1,2	6,60	38
	Truk 2 as besar	1,2	5,70	33
Total			17,30	100
Kelas IIIB	Truk 3 as	1,22	5,70	68
	Truk Gandeng	1,2-2,2	0,70	8
	Truk 4 as	1,2-22	0,50	6
	Truk 5as/lebih	1,22-22	1,50	18
Total			8,40	100

Sumber : Hasil Perhitungan

- Contoh Perhitungan :
Distribusi volume kendaraan Bus

$$= \frac{\text{Distribusi Tipikal}}{\text{Total distribusi tipikal tiap golongan}} \times 100\%$$

$$= \frac{5}{17,3} \times 100\% = 29\%$$

Tabel 5.20 LHR Perencanaan Perkerasan Kaku Tahun 2019

Golongan	LHR
MP	2610
Bus	323
Truk 2 as kecil	423
Truk 2 as besar	367

Truk 3 as	510
Truk Gandeng	199
Truk 4 as	149
Truk 5as	217
Total	4797

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Contoh Perhitungan :

LHR Bus = Distribusi (%) x Jumlah LHR 2019 golongan II

$$= 29\% \times 1112 = 323$$

Tabel 5.21 LHR Perencanaan Perkerasan Kaku Tahun 2034

Golongan	LHR
MP	8342
Bus	2264
Truk 2 as kecil	2966
Truk 2 as besar	2576
Truk 3 as	3567
Truk Gandeng	1399
Truk 4 as	1049
Truk 5as	1527
Total	23690

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{LHR Bus} &= \text{Distribusi (\%)} \times \text{Jumlah LHR 2034} \\ &\text{golongan II} \\ &= 29\% \times 7805 = 2264\end{aligned}$$

Tabel 5.22 Tabel LHR Perencanaan Perkerasan Kaku Tahun 2043

Golongan	LHR
MP	16099
Bus	7306
Truk 2 as kecil	9573
Truk 2 as besar	8314
Truk 3 as	11511
Truk Gandeng	4517
Truk 4 as	3387
Truk 5as	4928
Total	65634

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Contoh Perhitungan :


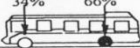


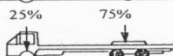

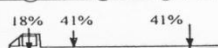
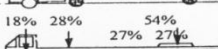
$$\begin{aligned}\text{LHR Bus} &= \text{Distribusi (\%)} \times \text{Jumlah LHR 2043} \\ &\text{golongan II} \\ &= 29\% \times 25192 = 7306\end{aligned}$$

5.5.1 Perhitungan Maksimum Beban Kendaraan

Prosentase beban lalu – lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam sumbu kendaraan niaga, sesuai dengan konfigurasi sumbu pada jalur rencana selama umur rencana. Pengelompokan jenis kendaraan niaga untuk mengetahui

beban roda pada masing – masing sumbu tercantum dalam Gambar 5.1

Gambar 5.1 Konfigurasi Beban Sumbu pada Golongan Kendaraan

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BERANMUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UD KOSONG	UD BEKAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83

Gambar 5.1 Manual Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam

Tabel 5.23 Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga

No	Jenis Kendaraan	Pengelompokan Dalam Perhitungan	Berat Max (Kg)
----	-----------------	---------------------------------	----------------

1	Kendaraan Ringan	Mobil Penumpang	2000
2	Bus Besar	Bus	9000
3	Truk 2 As kecil atau Bus Kecil	Truk 2 As kecil	8300
4	Truk 2 As	Truk 2 As	18200
5	Truk 3 As	Truk 3 As	25000
6	Truk 4 As	Truk 4 As	42000
7	Truk Gandeng	Truk Gandeng	31400
8	Truk 5 AS atau lebih	Truk 5 As	50000

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

Berikut ini adalah perhitungan distribusi beban sumbu :

a. Mobil Penumpang

Muatan maksimal = 2000 kg = 2 ton

Total 2 ton dengan distribusi sumbu sebagai berikut



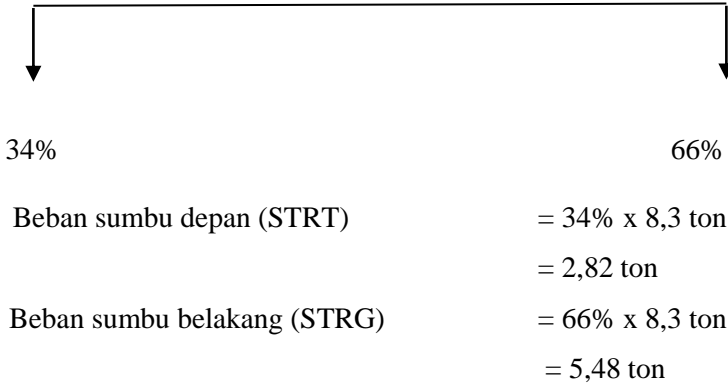
Beban sumbu depan (STRT) = 50% x 2 ton
= 1 ton

Beban sumbu belakang (STRT) = 50% x 2 ton
= 1 ton

b. Truk 2 As Kecil atau Bus Kecil

Muatan maksimal = 8300 = 8,3 ton

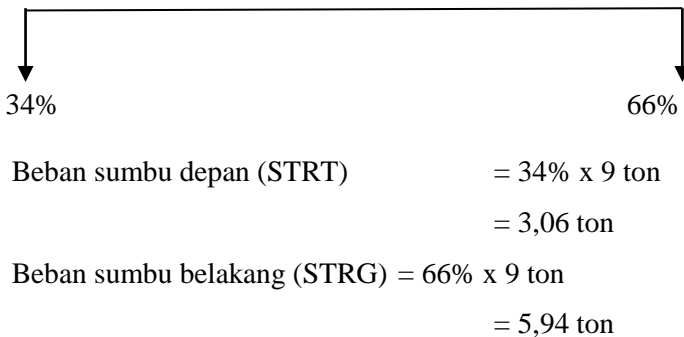
Total 8,3 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut



c. Bus Besar

Muatan maksimal = 9000 kg = 9 ton

Total 9 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



d. Truk 2 as

Muatan maksimal = 18200 kg = 18,2 ton

Total 9 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



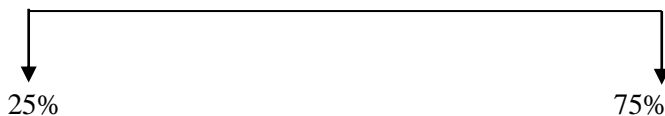
$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 34\% \times 18,2 \\ &= 6,19 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 66\% \times 18,2 \text{ ton} \\ &= 12,01 \text{ ton}\end{aligned}$$

e. Truk 3 as

$$\text{Muatan maksimal} = 25000 \text{ kg} = 25 \text{ ton}$$

Total 9 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



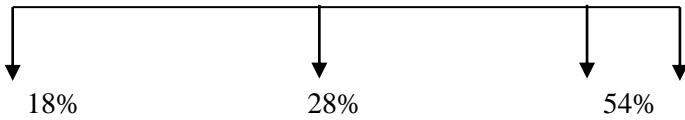
$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 25\% \times 25 \text{ ton} \\ &= 6,25 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 75\% \times 25 \text{ ton} \\ &= 18,75 \text{ ton}\end{aligned}$$

f. Truk 4 as

$$\text{Muatan maksimal} = 42000 \text{ kg} = 42 \text{ ton}$$

Total 9 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan (STRT) = $18\% \times 42 \text{ ton}$

= 7,56 ton

Beban sumbu tengah (STRG) = $28\% \times 42 \text{ ton}$

= 11,76 ton

Beban sumbu belakang (STdRG) = $54\% \times 42 \text{ ton}$

= 22,68 ton

g. Truk gandeng

Muatan maksimal = 31400 kg = 31,4 ton

Total 9 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan (STRT) = $16\% \times 31,4$

= 5,02 ton

Beban sumbu tengah (STRG) = $36\% \times 31,4$

= 11,3 ton

Beban sumbu belakang (STRG) = $24\% \times 31,4 \text{ ton}$

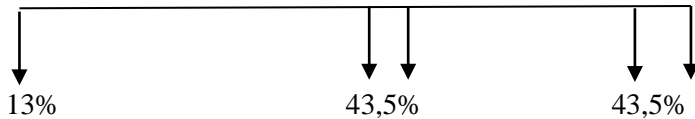
= 7,54 ton

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 24\% \times 31,4 \text{ ton} \\ &= 7,54 \text{ ton}\end{aligned}$$

h. Truk 5 as

$$\text{Muatan maksimal} = 50000 \text{ kg} = 50 \text{ ton}$$

Total 9 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 13\% \times 50 \text{ ton} \\ &= 6,5 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu tengah (STdRG)} &= 43,5\% \times 50 \text{ ton} \\ &= 21,75 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu tengah (STdRG)} &= 43,5\% \times 50 \text{ ton} \\ &= 21,75 \text{ ton}\end{aligned}$$

Data pembagian beban sumbu kendaraan maksimum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.24 Pembagian Beban Sumbu

Jenis Kendaraan	Beban As (ton)	Jenis As
Mobil Penumpang 2ton	1	STRT
	1	STRT
Truk 2 As 3/4 8,3 ton	2,82	STRT
	5,48	STRG

Bus 9 ton	3,06	STRT
	5,94	STRG
Truk 2 AS 18,2 ton	6,19	STRT
	12,01	STRG
Truk 3 As 25 ton	6,25	STRT
	18,75	STdRG
Truk 4 As 42 ton	7,56	STRT
	11,76	STRG
	22,68	STdRG
Truk gandeng 31,4 ton	5,02	STRT
	11,3	STRT
	7,54	STRT
	7,54	STRT
Truk 5 as/lebih 50 ton	6,5	STRT
	21,75	STdRG
	21,75	STdRG

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga

5.5.2 Perhitungan Lalu – Lintas Rencana

a. Pembangunan Tahap 1 (2019 – 2034)

➤ Perhitungan Nilai R

Umur rencana jalan adalah 15 tahun dan i diambil dari rata – rata pertumbuhan di jalan tol diambil dari tabel faktor pertumbuhan lalu – lintas (R), sehingga nilai R adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,06)^{15}-1}{0,06}$$

$$= 23,3P$$

➤ Perhitungan nilai C

Jalan direncanakan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD) sehingga didapat nilai C adalah 0,5

➤ Perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) untuk pembangunan tahap 1 (2019 – 2031) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 3648 \times 365 \times 23,3 \times 0,5 \\ &= 15496210 \end{aligned}$$

Tabel 5.26 Tabel Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu Untuk Pembangunan Tahap 1

Jenis sumbu	Beban sumbu (ton)	Jumlah sumbu	Proporsi beban	Proporsi sumbu	Lalu lintas rencana	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
STRT	8	149	0,07	0,05	15496210	52627
	7	217	0,10	0,05	15496210	76644
	6	877	0,40	0,05	15496210	309755
	5	199	0,09	0,05	15496210	70286
	3	746	0,34	0,05	15496210	263486
Total		2188	1,00			
STRG	19	510	0,26	0,04	15496210	180131
	12	516	0,26	0,04	15496210	182250
	11	199	0,10	0,04	15496210	70286
	6	323	0,16	0,04	15496210	114083
	5	423	0,21	0,04	15496210	149403
Total		1971	1,00			696153

Uraian Tabel 5.26

- Jenis sumbu dibagi menjadi 3 macam yaitu :
 - Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
 - Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
 - Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Beban Sumbu
 Penentuan beban sumbu diambil dari jenis sumbu kendaraan pada Tabel 5.25
- Jumlah sumbu
 Diambil dari jumlah sumbu kendaraan berdasarkan jenis sumbu dan bebannya pada Tabel 5.26
- Proporsi beban
 Contoh perhitungan proporsi beban 8 ton

$$\text{Proporsi beban} = \frac{149}{2188} = 0,07$$
- Proporsi Sumbu
 Contoh perhitungan proporsi sumbu STRT

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{2188}{3648} = 0,60$$
- Lalu lintas rencana diambil dari total JSKN
- Repetisi yang terjadi
 = Proporsi beban x Proporsi sumbu x Lalu lintas rencana
 Contoh perhitungan repetisi yang terjadi pada sumbu 8 ton :

$$\begin{aligned} \text{Repetisi yang terjadi} &= 0,07 \times 0,60 \times 15496210 \\ &= 632932 \end{aligned}$$

b. Pembangunan Tahap 2 (2035 - 2043)

➤ Perhitungan Nilai R

Umur rencana jalan adalah 8 tahun dan i diambil dari rata – rata pertumbuhan di jalan tol diambil dari tabel faktor pertumbuhan lalu – lintas (R), sehingga nilai R adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,06)^8 - 1}{0,06}$$

$$= 9,89$$

➤ Perhitungan nilai C

Jalan direncanakan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2D) sehingga didapat nilai C adalah 0,45

➤ Perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) untuk pembangunan tahap 2 (2035 – 2043) adalah sebagai berikut :

$$JSKN = 25610 \times 365 \times 9,89 \times 0,45 = 92385336$$

Tabel 5.28 Tabel Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu Untuk Pembangunan Tahap 2

Jenis kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (ton)				Jml. Kendaraan (bh)	Jml. Sumbu per kend (bh)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (bh)	JS (bh)
1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mobil	1	1	-	-	8342	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3,1	5,9	-	-	2264	2	4528	3	2264	6	2264	-	-
Truk 2 as kecil	2,8	5,5	-	-	2966	2	5932	3	2966	5	2966	-	-
Truk 2 as besar	6,2	12,0	-	-	2576	2	5152	6	2576	12	2576	-	-
Truk 3 as	6,3	14,00	-	-	3567	2	7134	6	3567	14	3567	-	-
Truk gandeng	5,0	11,3	7,5	7,5	1399	4	5596	5	1399	11	1399	- 8	- 1399

												8	1399
Truk 4 as	7,6	11,8	-	22,6 8	1049	3	3147	8	1049	12	1049	2 3	1049
Truk 5 as/lebih	6,5	-	21,75	21,7 5	1527	3	4581	7	1527	-	-	2 2 2 2	1527 1527
Total							25610		1011 8		8591		6901

Sumber : Hasil Pengolahan

Uraian Tabel 5.28

- Jenis sumbu dibagi menjadi 3 macam yaitu :
 - Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
 - Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
 - Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Beban Sumbu
 Penentuan beban sumbu diambil dari jenis sumbu kendaraan pada Tabel 5.27
- Jumlah sumbu
 Diambil dari jumlah sumbu kendaraan berdasarkan jenis sumbu dan bebannya pada Tabel 5.28
- Proporsi beban
 Contoh perhitungan proporsi beban 8 ton

$$\text{Proporsi beban} = \frac{1049}{15348} = 0,07$$
- Proporsi Sumbu
 Contoh perhitungan proporsi sumbu STRT

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{15348}{25610} = 0,60$$
- Lalu lintas rencana diambil dari total JSKN
- Repetisi yang terjadi
 = Proporsi beban x Proporsi sumbu x Lalu lintas rencana
 Contoh perhitungan repetisi yang terjadi pada sumbu 8 ton :

$$\begin{aligned} \text{Repetisi yang terjadi} &= 0,07 \times 0,60 \times 36954134 \\ &= 1513662 \end{aligned}$$

c. Pembangunan Tahap 3 (2043 - 2063)

➤ Perhitungan Nilai R

Umur rencana jalan adalah 20 tahun dan i diambil dari rata – rata pertumbuhan di jalan tol diambil dari tabel faktor pertumbuhan lalu – lintas (R), sehingga nilai R adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,06)^{20}-1}{0,06}$$

$$= 36,6$$

➤ Perhitungan nilai C

Jalan direncanakan 6 lajur 2 arah terbagi (6/2D) sehingga didapat nilai C adalah 0,40

➤ Perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) untuk pembangunan tahap 1 (2043 – 2063) adalah sebagai berikut :

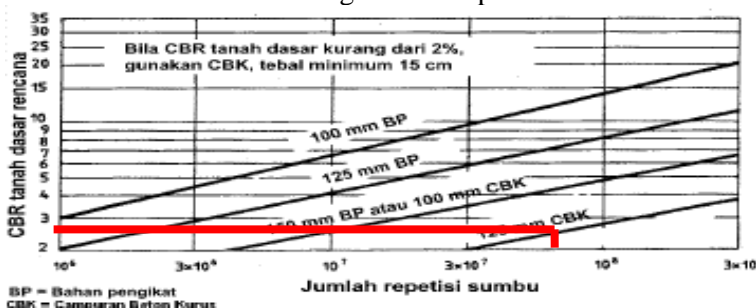
$$JSKN = 82663 \times 365 \times 36,6 \times 0,40$$

$$= 1105133987$$

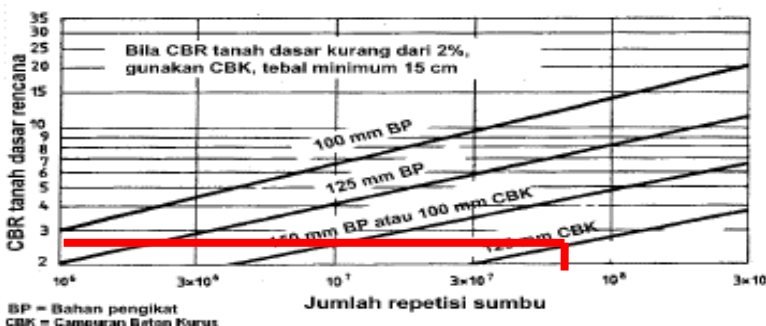
5.5.3 Perhitungan Tebal Pondasi Bawah Minimum

Dari hasil perhitungan jumlah repetisi sumbu pada tabel – tabel diatas dan nilai CBR tanah dasar rencana 2,5% selanjutnya di plotkan pada grafik 2.15 untuk mencari tebal pondasi bawah yaitu 125 mm, Maka digunakan lapis pondasi bawah (Cement Treated Sub – Base) setebal 125 mm atau 15 cm.

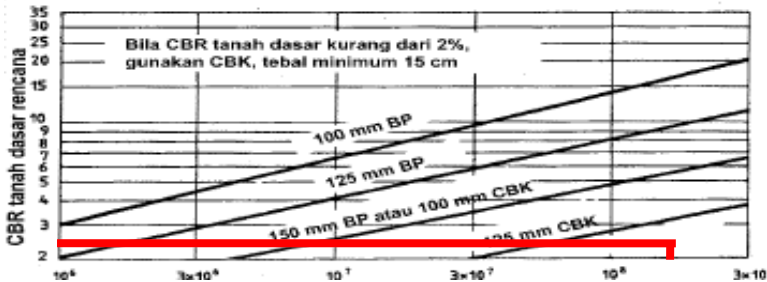
Grafik 5.1 Tebal Pondasi Bawah Minimum Yang Digunakan Pembangunan Tahap 1



Grafik 5.2 Tebal Pondasi Bawah Minimum Yang Digunakan Pembangunan Tahap 2



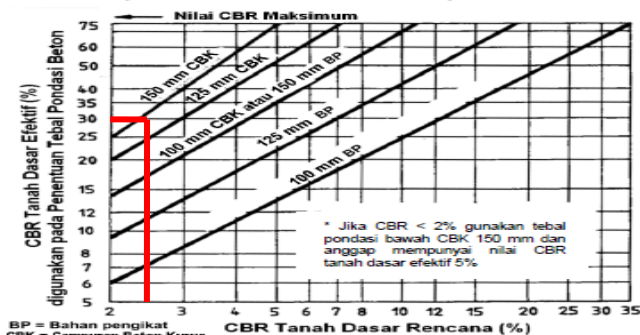
Grafik 5.3 Tebal Pondasi Bawah Minimum Yang Digunakan Pembangunan Tahap 3



5.5.4 Perhitungan CBR Tanah Dasar Efektif

Dari hasil perhitungan tebal pondasi bawah dan nilai CBR tanah dasar rencana sebesar 2,5%. Selanjutnya di plotkan pada grafik 2.16 untuk mencari nilai CBR tanah dasar efektif sesuai dengan perhitungan pada Grafik 5.4. Nilai CBR tanah dasar efektif didapatkan 30% sesuai pada grafik 5.3

Grafik 5.4 CBR Tanah Dasar Efektif Yang Digunakan



5.5.4 Kekuatan Beton Semen

Kuat tekan beton yang digunakan pada perencanaan tugas akhir ini adalah sebesar f_c' sebesar 385 kg/cm^2 .

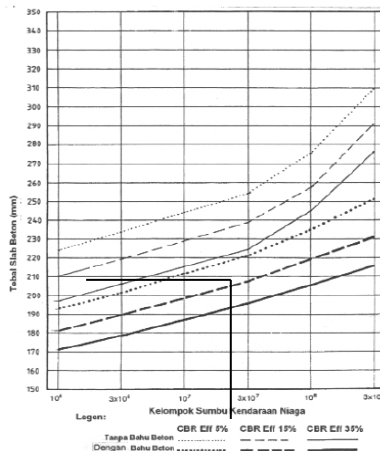
$$F_c' = 3,13 \times 0,75 \times (385 \text{ kg/cm}^2)^{0,5}$$

$$= 45,46 \text{ kg/cm}^2 = 4,5 \text{ Mpa}$$

5.5.5 Perencanaan Tebal Perkerasan Tahap 1

Faktor keamanan beban (F_{kb}) ditentukan dari tabel 2.19 sebesar 1,2.

- Tafsiran Tebal Pelat Beton pada lalu – lintas luar kota, dengan ruji, F_{kb} sebesar 1,2. Maka diperoleh tebal pelat sebesar 200mm.



Grafik 5.1 Perencanaan lalu lintas luar kota dengan ruji,

$$FKB = 1,2$$

b. Analisis Fatik Dan Erosi 210 mm

Tabel 5.30 Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 210 mm

Jenis sumbu	Beban sumbu ton (kN)	Beban rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa fatik		Analisa erosi		
					Repetisi ijin	Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen rusak (%)	
1	2	3	4	5		6	7=4*10 ^{0/6}	8	9=4*10 ^{0/8}
STRT	80	48,00	632932	TE =	0,91	TT	0	2000 0000	3,1 6
	70	42,00	921787	FRT =	0,20	TT	0	8000 0000	1,1 5
	60	36,00	3725377	FE =	2,14	TT	0	TT	0
	50	30,00	845325			TT	0	TT	0
	30	18,00	3168907			TT	0	TT	0
STRG	190	42,00	2166411	TE =	1,43	TT	0	TT	0
	120	36,00	2191898	FRT =	0,32	10000 0	2192	1000 000	219 ,19

	110	33,00	845325	FE =	2,75	40000 0	211	3000 000	28, 18
	60	18,00	1372060			TT	0	TT	0
	50	15,00	1796847			TT	0	TT	0
STdRG	230	34,50	632932	TE =	1,22	TT	0	3000 000	21, 10
	220	33,00	1843573	FRT =	0,27	TT	0	4000 000	46, 09
	80	12,00	1690650	FE =	2,65	TT	0	TT	0
Total			2183402 4			2403	> 100%	318,871	

Sumber : Hasil Pengolahan

Uraian perhitungan analisa fatik dan analisa erosi tebal plat 210 mm :

1. Jenis Sumbu

- Konfigurasi sumbu dibagi menjadi 3 macam
- Jenis Sumbu roda tunggal (STRT)
- Jenis sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)

2. Beban Sumbu

Penentuan beban sumbu diambil berdasarkan jenis kendaraan pada tabel 5.25

3. Beban Rencana per Roda

Beban rencana per roda : $\frac{\text{beban sumbu} \times 10 F_{kb}}{\text{jumlah roda}}$

- STRT = 2
- STRG = 4
- STdRG = 8

4. Repetisi yang terjadi

Angka diperoleh dari tabel 5.25

5. Tegangan Ekvivalen (TE)

Angka diperoleh dari interpolasi Tabel 5.31

6. Faktor rasio tegangan (FRT)

$$FRT = \frac{TE}{F_{cf}}$$

F_{cf} = Kuat tarik beton 4,5 Mpa

7. Faktor Erosi (FE)

Angka diperoleh dari tabel 5.31 yang diinterpolasi

8. Repetisi ijin Analisa Fatik

Angka diperoleh berdasarkan rasio tegangan

9. Prosentase rusak analisa fatik

$$\text{Prosentase analisa fatik} = \frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin}}$$

Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhingga maka hasil prosentase analisa fatik = 0

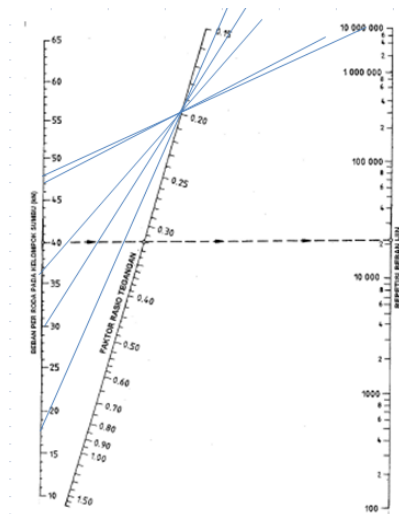
10. Repetisi ijin analisa erosi

Angka diperoleh berdasarkan gambar dari analisa erosi dan repetisi ijin berdasarkan faktor erosi

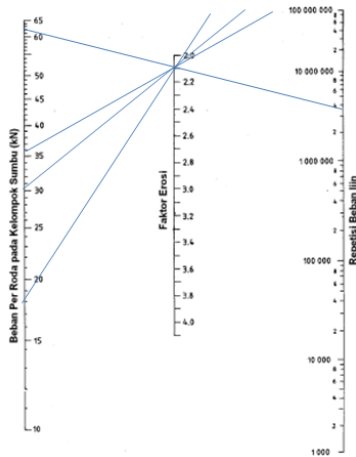
$$11. \text{ Prosentase rusak Analisa Erosi} = \frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{repetisi ijin}}$$

Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhingga (TT), maka hasil prosentase analisa erosi = 0

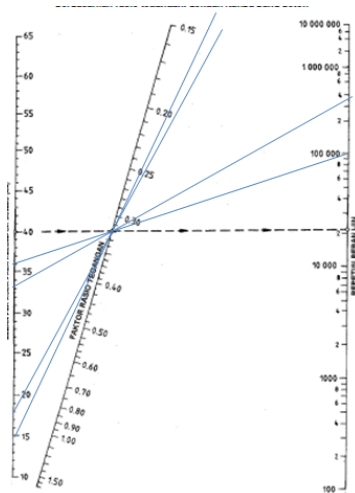
Dari Tabel 5.31 diperoleh hasil analisa fatik 2403 % > 100% dan hasil analisa erosi 318,871% > 100% maka tebal pelat harus diperbesar.



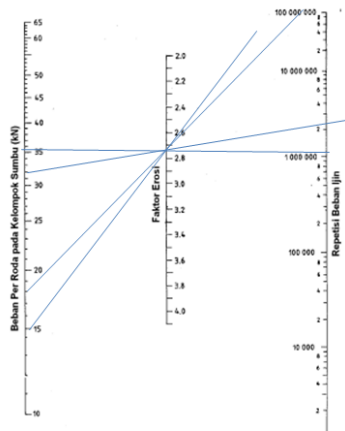
Gambar 5.2 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



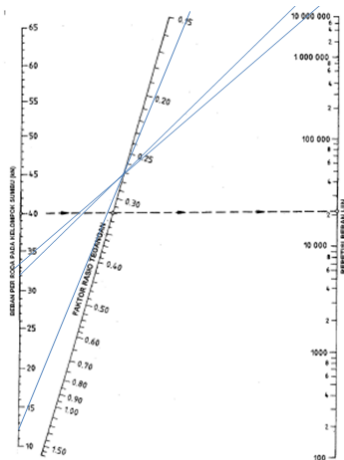
Gambar 5.3 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT



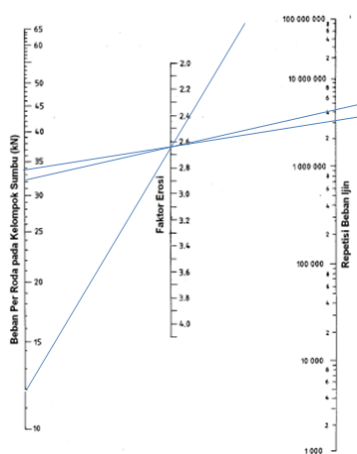
Gambar 5.4 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



Gambar 5.4 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRG



Gambar 5.5 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STdRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



Gambar 5.6 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton

b. Analisis Fatik Dan Erosi 270 mm

Tabel 5.32 Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 270 mm

Jenis sumbu	Beban sumbu ton (kN)	Beban rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa fatik			Analisa erosi	
					Repetisi ijin		Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen rusak (%)
1	2	3	4	5	6		7=4*100/6	8	9=4*100/8
STRT	80	48,00	632932	TE =	0,60	TT	0	TT	0
	70	42,00	921787	FRT =	0,13	TT	0	TT	0
	60	36,00	3725377	FE =	1,81	TT	0	TT	0
	50	30,00	845325			TT	0	TT	0
	30	18,00	3168907			TT	0	TT	0
STRG	140	42,00	2166411	TE =	1,00	TT	0	4000000	54,16

	120	36,00	2191898	FRT =	0,22	TT	0	1000 0000	21,9 2
	110	33,00	845325	FE =	2,41	TT	0	2900 0000	2,91
	60	18,00	1372060			TT	0	TT	0
	50	15,00	1796847			TT	0	TT	0
STdRG	230	34,50	632932	TE =	0,88	TT	0	8000 000	7,91
	220	33,00	1843573	FRT =	0,20	TT	0	3000 0000	6,15
	80	12,00	1690650	FE =	2,55	TT	0	TT	0
Total			21834024			0	> 100%	93,051	

Sumber : Hasil Perhitungan

Uraian perhitungan analisa fatik dan analisa erosi tebal plat 270 mm :

1. Jenis Sumbu
 - Konfigurasi sumbu dibagi menjadi 3 macam
 - Jenis Sumbu roda tunggal (STRT)
 - Jenis sumbu tunggal roda ganda (STRG)
 - Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
2. Beban Sumbu
Penentuan beban sumbu diambil berdasarkan jenis kendaraan pada tabel 5.25
3. Beban Rencana per Roda
Beban rencana per roda : $\frac{\text{beban sumbu} \times 10 \text{ Fkb}}{\text{jumlah roda}}$
 - STRT = 2
 - STRG = 4
 - STdRG = 8
4. Repetisi yang terjadi
Angka diperoleh dari tabel 5.25
5. Tegangan Ekvivalen (TE)
Angka diperoleh dari interpolasi Tabel 5.31
6. Faktor rasio tegangan (FRT)
$$\text{FRT} = \frac{TE}{Fcf}$$

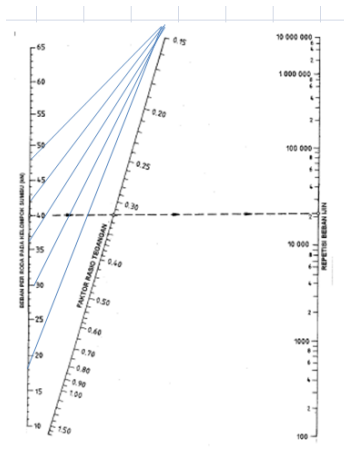
Fcf = Kuat tarik beton 4,5 Mpa
7. Faktor Erosi (FE)
Angka diperoleh dari tabel 5.31 yang diinterpolasi
8. Repetisi ijin Analisa Fatik
Angka diperoleh berdasarkan rasio tegangan
9. Prosentase rusak analisa fatik
Prosentase analisa fatik = $\frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin}}$
Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhinnga maka hasil prosentase analisa fatik = 0
10. Repetisi ijin analisa erosi

Angka diperoleh berdasarkan gambar dari analisa erosi dan repetisi ijin berdasarkan faktor erosi

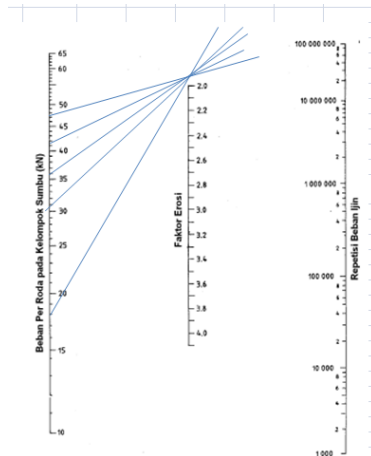
$$11. \quad \text{Prosentase rusak Analisa Erosi} = \frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{repetisi ijin}}$$

Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhingga (TT), maka hasil prosentase analisa erosi = 0

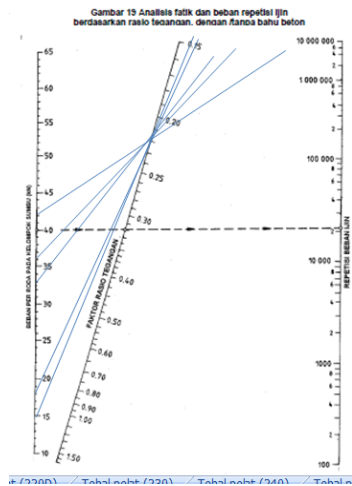
Dari Tabel 5.31 diperoleh hasil analisa fatik $0\% < 100\%$ dan hasil analisa erosi $93,051\% < 100\%$ maka tebal pelat sudah aman dan tidak perlu diperbesar lagi.



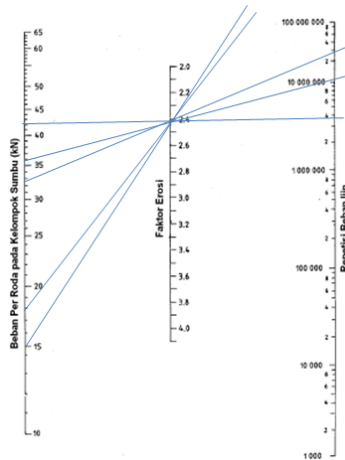
Gambar 5.7 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



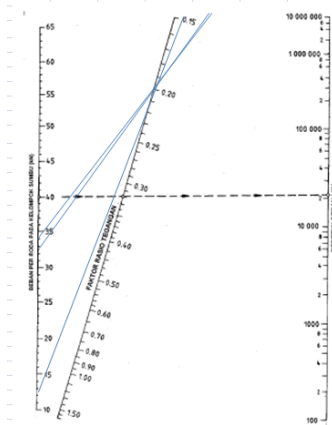
Gambar 5.8 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT



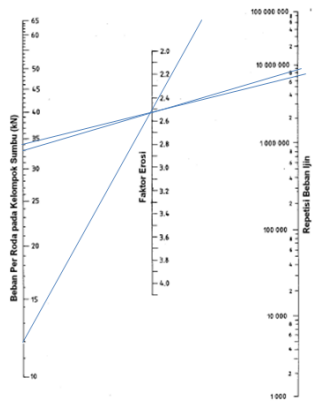
Gambar 5.9 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



Gambar 5.10 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRG



Gambar 5.11 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STdRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton

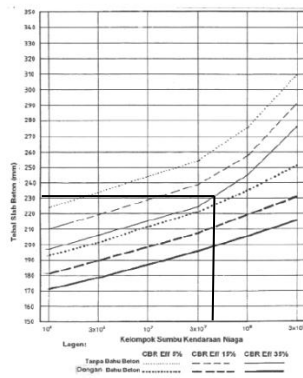


Gambar 5.12 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton

i. Perencanaan Tebal Perkerasan Tahap 2

Faktor keamanan beban (F_{kb}) ditentukan dari tabel 2.19 sebesar 1,2.

- a. Tafsiran Tebal Pelat Beton pada lalu – lintas luar kota, dengan ruji, F_{kb} sebesar 1,2. Maka diperoleh tebal pelat sebesar 230 mm



Grafik 5.2 Perencanaan lalu lintas luar kota dengan ruji,
 $FKB = 1,2$

b. Analisis Fatik Dan Erosi 230 mm

Tabel 5.33 Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 230 mm

Beban sumbu ton (kN)	Beban rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi		Analisa fatik		Analisa erosi	
					Repetisi ijin	Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen rusak (%)
2	3	4	5		6	$7=4*100/6$	8	$9=4*100/8$
80	48,00	1513662	TE =	0,78	TT	0	60000000	3
70	42,00	2203396	FRT =	0,17	TT	0	TT	0
60	36,00	8864086	FE =	2,00	TT	0	3000000	295
50	30,00	2018697			TT	0	TT	0
30	18,00	7546666			TT	0	TT	0
140	42,00	5147028	TE =	1,28	TT	0	1000000	515
120	36,00	5230720	FRT =	0,22	TT	0	2500000	209
110	33,00	2018697	FE =	2,62	TT	0	4500000	45
60	18,00	3266855			TT	0	TT	0

50	15,00	4279811			TT	0	TT	0
230	34,50	1513662	TE =	1,08	TT	0	TT	0
220	33,00	4406791	FRT =	0,24	TT	0	300000	1469
80	12,00	4037394	FE =	2,74	TT	0	400000	1009
		52047467			0	< 100%	2986	

Sumber : Hasil Perhitungan

Uraian perhitungan analisa fatik dan analisa erosi tebal plat 230 mm :

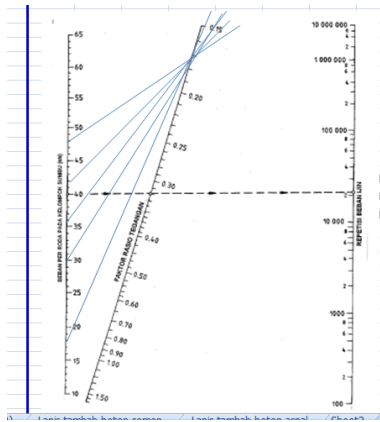
1. Jenis Sumbu
 - Konfigurasi sumbu dibagi menjadi 3 macam
 - Jenis Sumbu roda tunggal (STRT)
 - Jenis sumbu tunggal roda ganda (STRG)
 - Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
2. Beban Sumbu
Penentuan beban sumbu diambil berdasarkan jenis kendaraan pada tabel 5.27
3. Beban Rencana per Roda
Beban rencana per roda : $\frac{\text{beban sumbu} \times 10 \text{ Fkb}}{\text{jumlah roda}}$
 - STRT = 2
 - STRG = 4
 - STdRG = 8
4. Repetisi yang terjadi
Angka diperoleh dari tabel 5.27
5. Tegangan Ekvivalen (TE)
Angka diperoleh dari interpolasi Tabel 5.32
6. Faktor rasio tegangan (FRT)
$$\text{FRT} = \frac{TE}{Fcf}$$

Fcf = Kuat tarik beton 4,5 Mpa
7. Faktor Erosi (FE)
Angka diperoleh dari tabel 5.31 yang diinterpolasi
8. Repetisi ijin Analisa Fatik
Angka diperoleh berdasarkan rasio tegangan
9. Prosentase rusak analisa fatik
Prosentase analisa fatik = $\frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin}}$
Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhitung maka hasil prosentase analisa fatik = 0
10. Repetisi ijin analisa erosi
Angka diperoleh berdasarkan gambar dari analisa erosi dan repetisi ijin berdasarkan faktor erosi

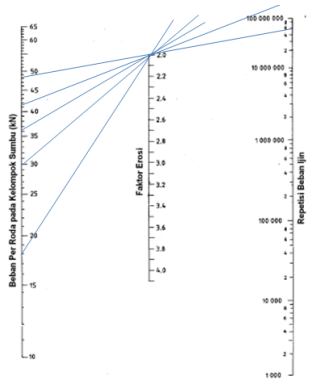
$$11 \text{ Prosentase rusak Analisa Erosi} = \frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{repetisi ijin}}$$

Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhingga (TT), maka hasil prosentase analisa erosi = 0

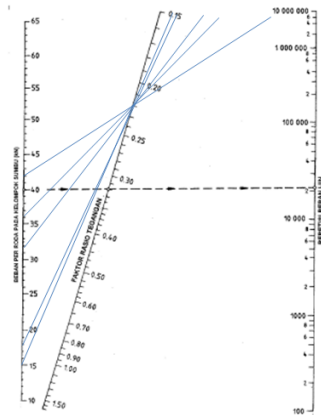
Dari Tabel 5.31 diperoleh hasil analisa fatik 0 % < 100% dan hasil analisa erosi 2986 % > 100% maka tebal pelat Perlu diperbesar.



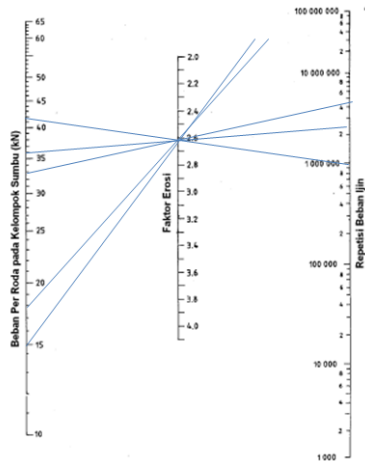
Gambar 5.13 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



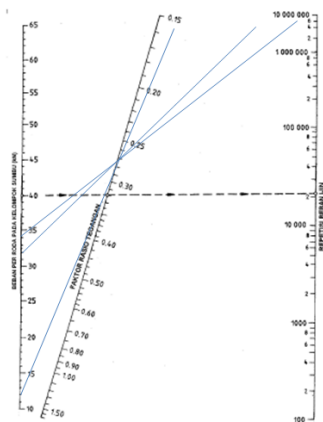
Gambar 5.14 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT



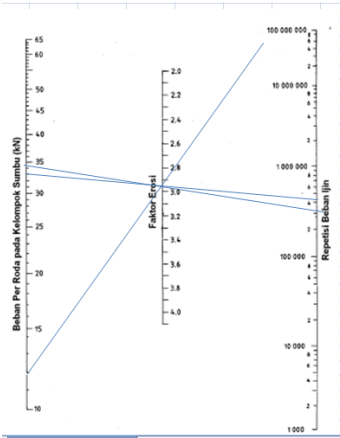
Gambar 5.15 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



Gambar 5.16 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRG



Gambar 5.16 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG



Gambar 5.18 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG

a. Analisis Fatik Dan Erosi 270 mm

Tabel 5.34 Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 270 mm

Jenis sumbu	Beban sumbu ton (kN)	Beban rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa fatik			Analisa erosi	
					Repetisi ijin		Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen rusak (%)
1	2	3	4	5	6		$7=4*100/6$	8	$9=4*100/8$
STRT	80	48,00	1513662	TE =	0,60	TT	0	TT	0
	70	42,00	2203396	FRT =	0,13	TT	0	TT	0
	60	36,00	8864086	FE =	1,81	TT	0	TT	0
	50	30,00	2018697			TT	0	TT	0
	30	18,00	7546666			TT	0	TT	0
STRG	140	42,00	5147028	TE =	1,00	TT	0	4000000	51
	120	36,00	5230720	FRT =	0,22	TT	0	1000000 0	23
	110	33,00	2018697	FE =	2,41	TT	0	2900000	7

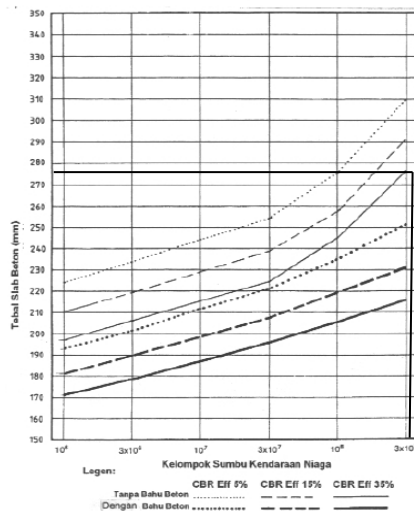
								0	
	60	18,00	3266855			TT	0	TT	0
	50	15,00	4279811			TT	0	TT	0
STdRG	230	34,50	1513662	TE =	0,88	TT	0	8000000	18,92
	220	33,00	4406791	FRT =	0,20	TT	0	3000000 00	1
	80	12,00	4037394	FE =	2,55	TT	0	TT	0
Total			52047467			0	< 100%	95	

Sumber : Hasil Perhitungan

ii. Perencanaan Tebal Perkerasan Tahap 3

Faktor keamanan beban (Fkb) ditentukan dari tabel 2.19 sebesar 1,2.

- a. Tafsiran Tebal Pelat Beton pada lalu – lintas luar kota, dengan ruji, Fkb sebesar 1,2. Maka diperoleh tebal pelat sebesar 270 mm



Grafik 5.3 perencanaan lalu lintas luar kota dengan ruji Fkb = 1,2

a. Analisis Fatik Dan Erosi 270 mm

Tabel 5.34 Analisa Fatik Dan Erosi Tebal Plat 270 mm

Jenis sumbu	Beban sumbu ton (kN)	Beban rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi		Analisa fatik		Analisa erosi	
						Repetisi ijin	Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen rusak (%)
1	2	3	4	5		6	7=4*100/6	8	9=4*100/8
STRT	80	48,00	18112523	TE =	60,00	TT	0	TT	0
	70	42,00	26353267	FRT =	13,33	TT		TT	0
	60	36,00	10601735 4	FE =	1,81	TT	0	TT	0
	50	30,00	24155379			TT	0	TT	0
	30	18,00	90263148			TT	0	TT	0
STRG	140	42,00	61556911	TE =	1,00	TT	0	25000000	246
	120	36,00	62572966	FRT =	0,22	TT	0	TT	0
	110	33,00	24155379	FE =	2,41	TT	0	TT	0

	60	18,00	39070002			TT	0	TT	0
	50	15,00	51193146			TT	0	TT	0
STdRG	230	34,50	18112523	TE =	0,88	TT	0	6000000	0
	220	33,00	52706534	FRT =	0,20	2000		7000000	752,950
	80	12,00	48310758	FE =	2,55	TT	0	TT	0
Total			62257989 1			0,00 %	< 100%	999,178	

Sumber : Hasil Pengolahan

Uraian perhitungan analisa fatik dan analisa erosi tebal plat 270 mm :

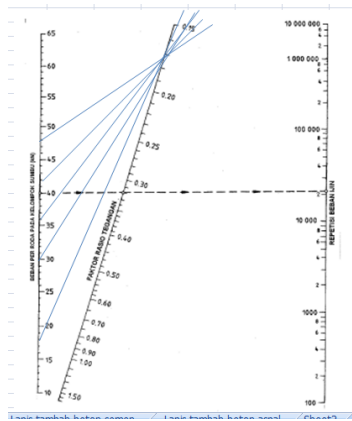
1. Jenis Sumbu
 - Konfigurasi sumbu dibagi menjadi 3 macam
 - Jenis Sumbu roda tunggal (STRT)
 - Jenis sumbu tunggal roda ganda (STRG)
 - Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
2. Beban Sumbu
Penentuan beban sumbu diambil berdasarkan jenis kendaraan pada tabel 5.27
3. Beban Rencana per Roda
Beban rencana per roda : $\frac{\text{beban sumbu} \times 10 \text{ Fkb}}{\text{jumlah roda}}$
 - STRT = 2
 - STRG = 4
 - STdRG = 8
4. Repetisi yang terjadi
Angka diperoleh dari tabel 5.27
5. Tegangan Ekvivalen (TE)
Angka diperoleh dari interpolasi Tabel 5.33
6. Faktor rasio tegangan (FRT)
$$\text{FRT} = \frac{TE}{Fcf}$$

Fcf = Kuat tarik beton 4,5 Mpa
7. Faktor Erosi (FE)
Angka diperoleh dari tabel 5.31 yang diinterpolasi
8. Repetisi ijin Analisa Fatik
Angka diperoleh berdasarkan rasio tegangan
9. Prosentase rusak analisa fatik
Prosentase analisa fatik = $\frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin}}$
Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhitung maka hasil prosentase analisa fatik = 0
- 12 Repetisi ijin analisa erosi
Angka diperoleh berdasarkan gambar dari analisa erosi dan repetisi ijin berdasarkan faktor erosi

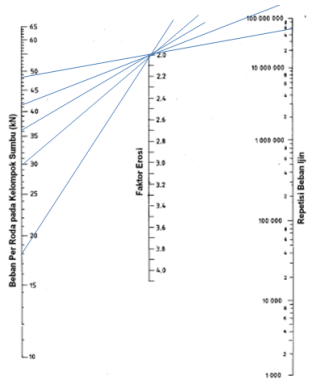
$$13 \text{ Prosentase rusak Analisa Erosi} = \frac{\text{Repetisi yang terjadi}}{\text{repetisi ijin}}$$

Jika repetisi ijin hasilnya tidak terhingga (TT), maka hasil prosentase analisa erosi = 0

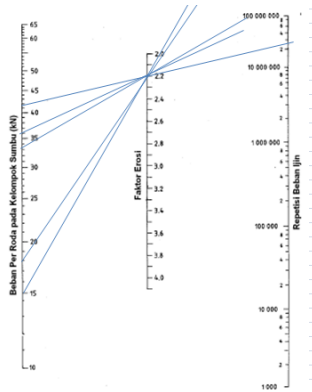
Dari Tabel 5.31 diperoleh hasil analisa fatik 0 % < 100% dan hasil analisa erosi 999,178 % > 100% maka tebal pelat Perlu diperbesar.



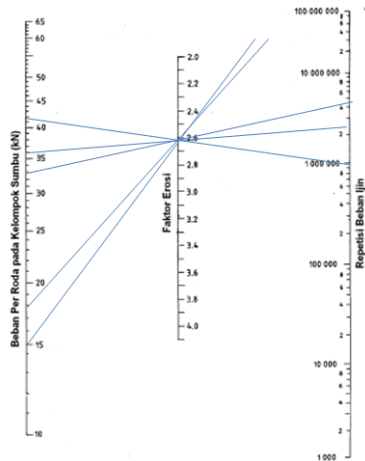
Gambar 5.19 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRT berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



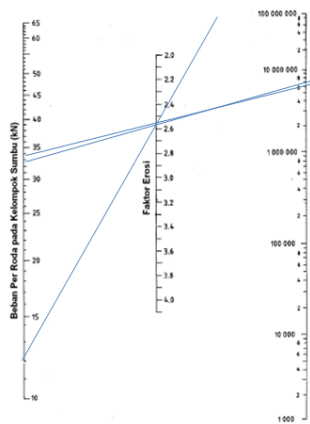
Gambar 5.20 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STRT



Gambar 5.21 Analisa fatik dan beban repetisi ijin STRG berdasarkan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu beton



Gambar 5.22 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG



Gambar 5.23 Analisis erosi dan jumlah beban repetisi ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton STdRG

5.8 Perencanaan Sambungan Perkerasan

Setelah mendapatkan dimensi plat beton ,selanjutnya dapat dihitung sambungan dan tulangan perkerasan beton bersambung dengan tulangan dan dimensi plat beton :

- Tebal plat : 27 cm
- Lebar Plat : 2 X 3,5 m
- Panjang plat : 15 m
- Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah : 1,2
- Kuat tarik ijin baja : 240 Mpa
- Berat isi beton : $2400 \frac{kg}{m^3}$
- Grafitasi (g) : $9,81 \frac{m}{m^dt}$

5.8.1 Sambungan Susut Melintang

Sambungan Melintang beton bersambung dengan (BBDT) tulangan dipasang setiap jarak 4,5 m menggunakan ruji. Diameter ruji 36 mm atau dapat dilihat pada tabel 2.20. Untuk tebal plat 27 cm didapatkan ukuran jarak ruji sebagai berikut :

- Diameter ruji : 36 mm (polos)
- Panjang Dowel : 450 mm
- Jarak Dowel : 300 mm

5.8.2 Penulangan Pelat Beton

$$\pi = 1,3$$

$$\begin{aligned}\text{Mutu Baja} &= \text{BJTU 24}, f_y 240 \text{ Mpa dan } F_s = 0,6 \times 240 \\ &= 144 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$\text{Berat Isi Beton} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Grafitasi } g = 9,81 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

a. Tulangan Memanjang

$$\text{- As perlu} = \frac{\pi \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 f_s}$$

$$\begin{aligned}\text{- As perlu} &= \frac{1,3 \times 3,5 \times 2400 \times 9,81 \times 0,27}{2,144} \\ &= 134,9 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{- As min} &= 0,1\% \times \text{luas pelat (SN'91)} \\ &= 0,1\% \times 270 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} \\ &= 270 \text{ mm}^2 > \text{As perlu maka} \\ &\text{digunakan As min}\end{aligned}$$

$$\text{- Dicoba tulangan minimum } \phi 12 \text{ mm jarak } 22,5 \text{ cm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \times 1000 / \text{jarak tulangan}$$

$$A = 3,14 \cdot \left(\frac{12}{4}\right)^2 \times 1000 / 225$$

$$A = 502,65 \text{ mm}^2 > A_t = 270 \text{ mm}^2 (0k)$$

Maka, Tulangan memanjang $\phi 12$ mm jarak 225 mm

b. Tulangan Melintang

- As perlu = $\frac{\pi.L.M.g.h}{2fs}$
- As perlu = $\frac{1,3 \times 3,5 \times 2400 \times 9,81 \times 0,27}{2,144}$
 $= 134,9 \text{ mm}^2$
- As min = $0,1\% \times \text{luas pelat (SNP'91)}$
 $= 0,1\% \times 270 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$
 $= 270 \text{ mm}^2 > \text{As perlu}$ maka
 digunakan As min
- Dicoba tulangan minimum ϕ 12 mm jarak 350
 $A = \frac{1}{4} \pi d^2 \times 1000 / \text{jarak tulangan}$
 $A = 3,14 \cdot \left(\frac{12}{4}\right)^2 \times 1000 / 350$
 $A = 502,65 \text{ mm}^2 > A_t = 270 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$
 Maka, Tulangan memanjang ϕ 12 mm jarak 350 mm

5.9 Perencanaan Saluran Drainase

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik penentuan pada saluran pembuang. Untuk arah aliran rinciannya sebagai berikut :

- STA 0+000 sampai dengan STA 0+365
 Arah aliran air ke timur
- STA 0+365 sampai dengan STA 0+591

Arah aliran air ke timur

- STA 0+591 sampai dengan STA 1+300

Arah aliran air ke timur

- STA 1+300 sampai dengan STA 1+850

Arah aliran air ke timur

- STA 1+850 sampai dengan STA 2+340

Arah aliran air ke timur

- STA 2+340 sampai dengan STA 2+950

Arah aliran air ke utara

- STA 2+950 sampai dengan STA 3+600

Arah aliran air ke utara

- STA 3+600 sampai dengan STA 4+090

Arah aliran air ke utara

- STA 4+090 sampai dengan STA 4+800

Arah aliran air ke selatan

- STA 4+800 sampai dengan STA 5+600

Arah aliran air ke selatan

- STA 5+600 sampai dengan STA 6+540

Arah aliran air ke timur

- STA 6+540 sampai dengan STA 7+450

Arah aliran air ke timur

- STA 7+450 sampai dengan STA 8+370

Arah aliran air ke timur

- STA 8+370 sampai dengan STA 9+200

Arah aliran air ke timur

- STA 9+200 sampai dengan STA 10+100

Arah aliran air ke timur

- STA 10+100 sampai dengan STA 10+800

Arah aliran air ke timur

Dibawah ini adalah langkah – langkah yang harus dilakukan ketika melakukan perencanaan dimensi saluran tepi pada STA 0+000 (a)

- Kode (a) = saluran tepi (drainase sebelah kiri)
- Kode (b) = saluran tepi (drainase sebelah kanan)

5.8.8 Perencanaan Saluran

Saluran tengah adalah fasilitas drainase yang berada diantara 2 jalur jalan dan terletak dibawah (*Median Concrete Barrier*) .

- a. Menentukan waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang paling jauh yang dibutuhkan air limpuhan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (*inlet time*) dari titik terjauh yang terletak di daerah pengaliran.

- Daerah pengaliran

Daerah pengaliran merupakan daerah yang dialiri oleh air sebelum masuk ke saluran tepi.

$$L1 = 1,5 \text{ m (bahu dalam jalan)}$$

$$L2 = 7,2 \text{ m (perkerasan jalan)}$$

$$L3 = 3 \text{ m (bahu jalan bagian luar)}$$

$$L4 = 11,090 \text{ (timbunan)}$$

$$L5 = 0 \text{ m (simpadan)}$$

$$L6 = 50 \text{ m (area luar/ ladang tebu)}$$

a. Jarak daerah yang ditinjau menuju saluran tepi (L_o)

$$L_o \text{ bahu dalam} = L1 + L2 + L3 + L4 + L5$$

$$= 1,5 \text{ m} + 7,2 \text{ m} + 3 \text{ m} + 11,090 \text{ m} + 0 \text{ m}$$

$$= 22,790 \text{ m}$$

$$L_o \text{ badan jalan} = L2 + L3 + L4 + L5$$

$$= 7,2 \text{ m} + 3 \text{ m} + 11,090 \text{ m} + 0 \text{ m}$$

$$= 21,290 \text{ m}$$

$$L_o \text{ bahu luar} = L3 + L4 + L5$$

$$= 3 \text{ m} + 11,090 \text{ m} + 0 \text{ m}$$

$$= 14,090 \text{ m}$$

$$L_o \text{ timbunan} = L4 + L5$$

$$= 11,090 \text{ m} + 0 \text{ m}$$

$$= 11,090 \text{ m}$$

$$L_o \text{ simpadan} = L5 = 0 \text{ m}$$

$$L_o \text{ simpadan} = L6 = 50 \text{ m}$$

➤ Hubungan kondisi permukaan dengan kondisi hambatan (nd)

- nd bahu dalam = 0,013 (jalan beton)
- nd badan jalan = 0,013 (jalan beton)
- nd bahu luar = 0,013 (jalan aspal)
- nd timbunan = 0,2 (tanah kasar berumput)
- nd simpadan = 0,2 (tanah kasar berumput)
- nd area luar = 0,2 (ladang dan perumahan)

➤ Kemiringan daerah pengaliran (s)

- Bahu dalam = 2%
- Perkerasan = 2%
- Timbunan = 50%
- Simpadan = 0,1%
- Ladang = 0,1%

➤ Tahapan perhitungan tc adalah sebagai berikut

- Penentuan inlet time (t1)\

$$\begin{aligned}
 t \text{ bahu dalam} &= (2/3 \times 3,28 \times L_o \times nd/s^{1/2})^{0,167} \\
 &= (2/3 \times 3,28 \times 22,790 \text{ m} \times \\
 &0,013/0,02^{1/2})^{0,167} \\
 &= 1,289 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t \text{ perkerasan} &= (2/3 \times 3,28 \times L_o \times \\
 &nd/s^{1/2})^{0,167}
 \end{aligned}$$

$$= (2/3 \times 3,28 \times 21,290 \text{ m} \times 0,013/0,02^{1/2})^{0,167}$$

$$= 1,275 \text{ menit}$$

$$t \text{ bahu luar} = (2/3 \times 3,28 \times L_o \times \text{nd/s}^{1/2})^{0,167}$$

$$= (2/3 \times 3,28 \times 13,590 \text{ m} \times 0,013/0,04^{1/2})^{0,167}$$

$$= 1,123 \text{ menit}$$

$$\text{timbunan} = (2/3 \times 3,28 \times L_o \times \text{nd/s}^{1/2})^{0,167}$$

$$= (2/3 \times 3,28 \times 11,090 \text{ m} \times 0,5/0,2^{1/2})^{0,167}$$

$$= 1,143 \text{ menit}$$

$$t \text{ simpadan} = (2/3 \times 3,28 \times L_o \times \text{nd/s}^{1/2})^{0,167}$$

$$= (2/3 \times 3,28 \times 0 \text{ m} \times 0,2/0,01^{1/2})^{0,167}$$

$$= 0 \text{ menit}$$

$$\text{Jumlah } t1 = 6,388 \text{ menit}$$

- Penentuan Flow time (t2)

$$t2 = L/60 \times v$$

$$= 400 \text{ m} / 60 \times 1,8 \text{ meter/detik}$$

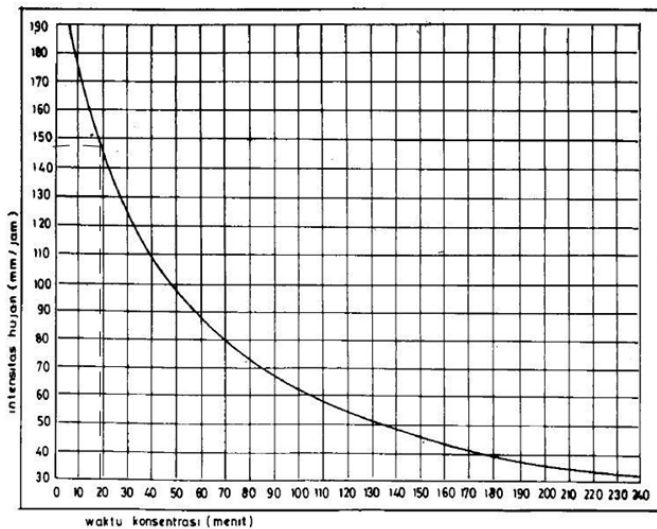
$$= 12 \text{ menit}$$

- Waktu konsentrasi

$$t_c = t_1 + t_2 = 18,388 \text{ menit}$$

b. Menentukan Intensitas Hujan (I)

Dari hasil t_c dalam satuan menit yang diplotkan pada kurva basis maka didapatkan nilai I rencana sebesar 147 mm/jam.



Grafik 5.4 Intensitas Hujan

c. Menentukan Daerah Pengaliran (A)

$$\begin{aligned}
 A1 \text{ (bahu dalam)} &= 0,015 \text{ km} \times 0,400 \text{ m} \\
 &= 0,006 \text{ km}^2 \\
 A2 \text{ (perkerasan)} &= 0,0072 \text{ km} \times 0,400 \text{ m} \\
 &= 0,0028 \text{ km}^2 \\
 A3 \text{ (bahu luar)} &= 0,003 \text{ km} \times 0,400 \text{ m} \\
 &= 0,0012 \text{ km}^2 \\
 A4 \text{ (timbunan)} &= 0,0119 \text{ km} \times 0,400 \text{ m} \\
 &= 0,0047 \text{ km}^2 \\
 A5 \text{ (simpadan)} &= 0 \text{ km} \times 0,400 \text{ m} \\
 &= 0 \text{ km}^2 \\
 A6 \text{ (Area Luar)} &= 0,05 \text{ km} \times 0,400 \text{ m} \\
 &= 0,02 \text{ km}^2 \\
 \text{Total A} &= A1 + A2 + A3 + A4 + A5 \\
 &= 0,0348 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

d. Menentukan Koefisien Pengaliran (C)

$$\begin{aligned}
 C1 \text{ (bahu dalam)} &= 0,7 \\
 C2 \text{ (perkerasan)} &= 0,7 \\
 C3 \text{ (bahu luar)} &= 0,7 \\
 C4 \text{ (timbunan)} &= 0,2 \\
 C5 \text{ (simpadan)} &= 0,2 \\
 C6 \text{ (ladang)} &= 0,4
 \end{aligned}$$

Perhitungan C Gabungan :

C gabungan =

$$\frac{C1A1+C2A2+C3A3+C4A4+C5A4+C6A6}{A1+A2+A3+A4+A5+A6} =$$

$$\frac{0,7 \times 0,006 + 0,7 \times 0,0028 + 0,7 \times 0,0012 + 0,2 \times 0,0047 + 0,2 \times 0 + 0,4 \times 0,0348}{0,006 + 0,0028 + 0,0012 + 0,00476 + 0 + 0,02} = 0,459$$

e. Menentukan Debit Air (Q)

$$A = 0,0348 \text{ km}^2$$

$$I = 147 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,459$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \\ &= \frac{1}{3,6} \times 2,176 \times 4,08 \times 0,0348 \\ &= 0,637 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

f. Menentukan Kemiringan Lapangan Dan Kemiringan Saluran

Kemiringan lapangan menggunakan perbedaan elevasi di lapangan

Elevasi dasar saluran STA 0+000 = +4.00

Elevasi dasar saluran STA 0+400 = +6.76

Maka,

$$i = \frac{6,76-4}{400} = 0,0069 \text{ Kemiringan saluran rencana}$$

Saluran direncanakan sebesar 0,69 agar tetap memenuhi syarat :

- $i \text{ rencana saluran} > i \text{ lapangan}$
- $i \text{ lapangan} = 0,0025 \% \leq i \text{ perhitungan} = 0,69 \% \text{ kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan } i \text{ perhitungan.}$

g. Direncanakan Dimensi Saluran

Saluran tengah direncanakan berbentuk persegi, istilah – istilah yang digunakan dalam perencanaan saluran adalah :

h = Lebar bawah saluran

d = Tinggi air pada saluran

F = Luas penampang basah

P = Keliling penampang basah

n = Perbandingan talud (b/d)

Q = Debit Kapasitas

V = Kecepatan air

H = Tinggi penampang Saluran

w = Tinggi jagaan

R = jari – jari hidrolis

Dimana,

$$b = d$$

$$F = b \times d$$

$$p = b + 2d$$

$$R = F/P$$

$$n = 0,016$$

Untuk menentukan tinggi dan lebar penampang digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = V \times A$$

$$0,08 = \left(\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right) \times (d^2)$$

$$0,08 = \frac{1}{n} \times \frac{1}{3} d^{\frac{8}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

$$d = \left(\frac{Q}{\frac{1}{n} \times \frac{1}{3} \times i^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$d = \left(\frac{0,637}{\frac{1}{0,016} \times \frac{1}{3} \times 0,01^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$d = 0,3 \text{ m}$$

$$b = d = 0,3 \text{ m}$$

$$w = 0,3^{\frac{1}{2}} \times d$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

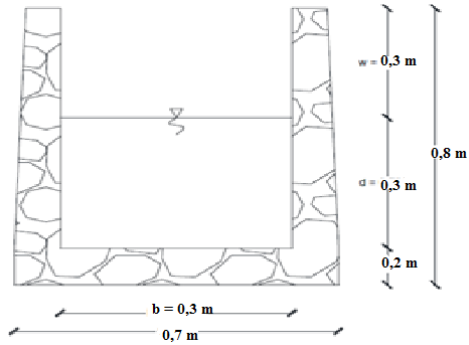
$$H = d + w$$

$$= 0,3 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$$

$$= 0,6 \text{ m}$$

$$L = 0,8 \text{ m} \times 0,7 \text{ m}$$

$$L = 0,56 \text{ m}^2$$



Gambar 5.24 Dimensi Saluran

Tabel 5.34 Rekapitulasi Perencanaan Sistem Drainase

STA Kanan Jalan	Panjang Jalan	Total t1	t2	Tc	I maks (mm/jam)	C	A (km)	Q (m3/detik)	V (m/detik)	Dimensi Saluran				W		
										b (m)	d (m)	L (m2)	(m)			
0+000 - 0+400	400	6,388	12	18,388	147	0,459	0,034	0,63725	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,0025
0+400 - 0+591	191	6,388	5,73	12,118	169	0,459	0,019	0,40940	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,01
0+591 - 1+300	709	6,388	21,27	27,658	130	0,459	0,061	0,10111	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,0029
1+300 - 1+850	550	6,388	16,5	22,888	140	0,459	0,55	0,98175	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,012
1+850 - 2+340	490	6,388	14,7	21,088	141	0,459	0,042	0,75506	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,01
2+340 - 2+950	610	6,388	18,3	24,688	135	0,459	0,053	0,09123	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,0002
2+950 - 3+600	650	6,388	19,5	25,888	133	0,459	0,056	0,94962	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,009
3+600 - 4+090	490	6,388	14,7	21,088	141	0,459	0,042	0,75506	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,012
4+090 - 4+800	710	6,388	21,3	27,688	130,5	0,459	0,061	0,10150	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,005
4+800 - 5+600	800	6,388	24	30,388	125	0,459	0,069	0,10990	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,0025
5+600 - 6+540	940	6,388	28,2	34,588	118	0,459	0,081	0,12180	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,0021
6+540 - 7+450	910	6,388	27,3	33,688	120	0,459	0,079	0,12087	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,001
7+450 - 8+370	830	6,388	24,9	31,288	121	0,459	0,072	0,00910	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,001
8+370 - 9+200	830	6,388	24,9	31,288	121	0,459	0,072	0,00910	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,006
9+200 -	900	6,388	27	33,388	120	0,459	0,078	0,11934	0,306	0,3	0,3	0,56	0,59	0,35	0,69	0,0064

10+100

143

5.9 Metode Pelaksanaan

5.9.1 Pekerjaan Persiapan

a. Pembuatan kantor sementara (Direksi Kit)

Direksi kit merupakan kantor lapangan (bersifat sementara) yang berfungsi sebagai pusat kegiatan semua pekerjaan di lapangan, tempat pengawasan, administrasi, sehingga dapat memantau proses pelaksanaan proyek. Luas direksi kit direncanakan sebesar $= 8 \times 10 \text{ m}^2$

b. Pembuatan Stock Pile

Stock Pile merupakan tempat penyimpanan material sebelum digunakan langsung dilapangan. Luas stock pile adalah $100 \times 100 \text{ m}^2$.

c. Pembuatan papan nama proyek

Pembuatan papan nama proyek yang bertujuan untuk menandai masyarakat sekitar adanya pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi agar lebih berhati – hati.

5.9.2 Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Galian

1. Peralatan

- Mobil Truk
- Bulldozer
- Excavator
- Compactor / Stamper

- Water level
- Theodolith

2. Persiapan

- Stacking out & persiapan area galian
- Request dan gambar kerja disiapkan dan diajukan ke Konsultan
- Pekerjaan dilaksanakan jika request disetujui oleh Konsultan
- Mobilisasi pekerja & alat berat
- Jika dianggap lokasi berbahaya, harus ada job safety analysis dan izin kerja dari SHE

3. Pelaksanaan Umum

- Penempatan excavator dilokasi yang telah direncanakan dengan memperhitungkan kemudahan manuver alat, loading material ke dump truck dan aspek safety.
- Penggalian dilakukan sesuai gambar kerja dan tanda atau patok-patok yang telah ada
- Material hasil galian dibuang ke spoil bank yang telah ditetapkan dengan menggunakan dump truk
- Bila material buangan berada dibawah subgrade galian atau timbunan, dan diperintahkan dibuang, tanah galian harus dipadatkan sampai kedalaman 30 cm.

5.9.3 Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan

1. Persiapan

- Stacking out & persiapan area timbunan

- Request dan gambar kerja disiapkan dan diajukan ke Konsultan
- Pekerjaan dilaksanakan jika request disetujui oleh Konsultan
- Mobilisasi material, pekerja & alat berat
- Trial embankment untuk menentukan jumlah lintasan pemadatan (untuk setiap material baru dilakukan trial)
- Jika dianggap lokasi berbahaya, harus ada job safety analysis dan izin kerja dari SHE

2. Pelaksanaan Umum

- Persiapan lahan dan stacking out
- Material diturunkan dari dump truck
- Material diratakan dengan bulldozer
- Material timbunan disiram dengan air
- Material dipadatkan dengan compactor
- Pengetesan kepadatan dengan sandcone

5.9.4 Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Beton

1. Material

- Beton Ready Mix (Job Mix sudah disetujui)
- Besi Beton Polos & Ulir
- Curing Compound

2. Peralatan

- Mobil Mixer / Molen
- Concrete Pump
- Concrete Vibrator
- Waterpass
- Meteran
- Alat Saw Cutting
- Alat Test Slump dan Cetakan Benda Uji
- Alat bantu

3. Persiapan

Request dan gambar kerja disiapkan dan diajukan ke Konsultan

- Pekerjaan dilaksanakan jika request disetujui oleh Konsultan
- Elevasi dan batas pengecoran ditentukan. Volume perkiraan beton dihitung, jika waste beton >2% dari gambar kerja, lakukan evaluasi.
- Pembersihan lahan pengecoran dan permintaan beton ke batching plan Instalasi Concrete Pump dan peralatan lain yang dibutuhkan.
- Pemeriksaan material di batching plan, Persiapan Batching Plan, Mobil Mixer, dan material ready mix. Jumlah Mobil Mixer dan material harus mencukupi untuk kebutuhan pengecoran saat itu.

➤ **Pembesian**

- Periksa kebersihan (dari kotoran dan tanah) besi sebelum dipasang.
- Besi-besi yang berkarat harus dibersihkan dengan sikat kawat.
- Ukuran sesuai yang tercantum dalam shop drawing dan mutu beton minimum harus sama dengan class mutu beton yang akan dipergunakannya.
- Cek permukaan levelling beton dimana harus bersih dari segala jenis kotoran.
- Besi yang digunakan adalah besi ulir dengan mutu sesuai spesifikasi.
- Diameter besi dan jarak pemasangan harus sesuai shop drawing,
- Check marking elevasi levelling concrete sesuai dengan kebutuhan dan perletakkannya harus kuat.
- Penyambungan besi harus sesuai dengan yang tercantum dalam shop drawing. Jika pada shop drawing belum tercantum harus diambil minimum 36 kali diameter dan diketahui atau seizin dari pengawas lapangan.

- Jika terjadi perubahan diameter besi di lapangan, maka besi pengganti harus mempunyai luas minimum sama dengan luas besi yang sama yang digantikan dengan persetujuan Engineer terlebih dahulu.
- Jarak antara tepi tulangan dengan tepi tulangan minimum 1.50 kali diameter tulangan yang terbesar dan 1.33 kali ukuran agregat terbesar (sesuai petunjuk Engineer).
- Pengikat pada persilangan reinforcement maksimum selang 1 buah dan harus kuat.
- Check elevasi hasil pekerjaan pembesian pada beberapa posisi untuk mengantisipasi kemungkinan selimut beton terlalu tipis.
- Check kembali posisi titik bantu yang dipakai untuk setting side form.

➤ **Pekerjaan Begisting**

- Cek perletakan panel-panel harus rapat pada Footing batas cor terakhir.
- Cek sambungan antara panel-panel, harus kuat tertutup rapat, rapi, dan tidak bocor.
- Cek bagian dalam lurus vertikal, rata, form oil, kondisi bahan harus kuat dan baik.
- Cek penyokong horisontal (ajustable bracing + kicker) harus kaku dan kuat menahan gaya-gaya horisontal.
- Tanda-tanda untuk batas elevasi pengecoran harus menggunakan alat ukur waterpass.

➤ **Pengecoran Beton**

- Concrete Vibrator dan Concrete Pump harus dalam keadaan baik dan dapat berfungsi.
- Cek kesiapan alat cylinder sampel of Concrete Test dan Slump Test.
- Cek kebersihan reinforcement yang dipasang serta posisi atau lokasi sesuai dengan shop

drawing serta kebersihan dari sisa-sisa besi dan bekisting.

- Cek beton lama (jika ada) apakah sudah dilapisi dengan bonding.
- Check kembali posisi side form work dinding harus sesuai rencana
- Check kembali kekuatan schoor (stut-stut) form work apa sudah cukup kuat.
- Jika pelaksanaan pengecoran sampai malam hari atau pada waktu malam, harus seizin Konsultan.
- Saat pengecoran vibrator tidak diperkenankan menyentuh reinforcement dan tidak untuk mendorong tumpukan atau curahan beton.
- Pengambilan jumlah sampel cylinder beton harus sesuai dengan buku spesifikasi, jika volume beton kurang dari yang tercantum dispesifikasi, Engineer yang menentukan.
- Slump Concrete Test $10\text{ cm} \pm 2.00\text{ cm}$ atau sesuai job mix yang telah disetujui.
- Cek dimensi dan performance hasil akhir pengecoran.
- Pembongkaran form work harus seijin Engineer.
- Semua mobilisasi concrete, interval time dari CMP maksimum 30 menit.
- Cek persiapan concrete curing (dengan curing compound atau water system curing)
- Di luar dari ketentuan di atas apabila dianggap perlu kontraktor harap memperhatikan.

➤ **Pelaksanaan Umum**

- Pada saat Mobil Mixer datang, dilakukan pengetesan slump beton dan pengambilan benda uji sesuai dengan spesifikasi.
- Dilakukan penuangan beton pada tempat yang telah direncanakan dan disetujui Konsultan.

- Dilakukan pemadatan dengan menggunakan vibrator. Pada saat pemadatan vibrator tidak boleh mengenai besi tulangan.
- Pada saat pengecoran dilakukan monitoring levelling dan pengecekan kekuatan bekisting dan perancang.
- Beton yang telah dituang di-finishing atau dirapikan atau dihaluskan permukaannya.
- Pembuatan benda uji dilakukan secara kontinyu sesuai dengan volume beton yang di-cor. Benda uji selanjutnya dirawat untuk dilakukan pengetestan pada umur 7 dan 28 hari.
- Setelah beton mencapai setting time \pm 6-8 jam, dilakukan proses curing dengan menggunakan karung goni yang dibasahi dan dirawat selama 7 hari berturut-turut. Penggunaan curing compound disesuaikan dengan jenis struktur beton yang di-cor.

5.9.5 Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Rigid Dengan Alat Paver

1. Material

- Beton Ready Mix Klas P (Flexural 45)
- Besi Beton Polos Diameter 32 (untuk dowel)
- Besi Beton Ulir Diameter 13 (untuk tie bar)
- Curing Compound (warna putih)
- Joint Sealent

2. Peralatan

- Slipform Paver SP 500
- Excavator
- Dump Truck
- Alat Survey
- Tenda Penutup Beton dari Hujan/Panas
- Alat Saw Cutting

- Alat Test Slump dan Uji Flexure Beton
- Alat bantu

3. Persiapan

- Request dan gambar kerja disiapkan dan diajukan ke Konsultan
- Pekerjaan dilaksanakan jika request disetujui oleh Konsultan
- Pemasangan patok stick untuk elevasi dan delatasi serta pemasangan string line
- Pengesetan alat Sliform Paver sesuai dengan lebar yang dikehendaki
- Pemasangan plastik cor pembatas antara rigid dan lantai kerja
- Persiapan rangkaian besi dowel dan tie bar sepanjang lokasi pengecoran yang telah disiapkan.
- Persiapan Batching Plan, Dump Truck pengangkut, dan material ready mix. Jumlah Dump Truck dan material harus mencukupi untuk kebutuhan pengecoran saat itu. Personil QC mengawasi di batching plan.

8. Pelaksanaan

- Pasang Patok Stick untuk Elevasi
- Pasang String Line
- Set lebar alat Paver
- Persiapan Besi Dowel
- Gelar Plastik Cor dan Starting Cor
- Pengaturan Dowel di Atas Plastik Cor
- Test Slump (slump harus kecil 2.5 - 4 cm)
- Penuangan Beton dgn Alat Excavator
- Beton Diratakan dengan Excavator
- Paver bergerak & finishing di belakangnya
- Pemasangan Tie Bar Secara Otomatis
- Pembuatan Benda Uji Flexure
- Texturing dengan groovy

- Penyemprotan Curing Compound
- Penutupan dengan Tenda Plastik
- Pemotongan Delatasi
- Penutupan dengan Geotextile
- Pembasahan di atas geotextile
- Pengisian Sealent
- Perkerasan Rigid sudah selesai

5.10 Rencana Anggaran Biaya

5.10.1 Pembangunan Tahap 1

1. Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan Kantor Sementara (Direksi Kit)

Panjang = 10 m

Lebar = 8 m

Luas = 80 m^2

b. Pekerjaan Papan nama Proyek

Jumlah = 1 unit

9. Pembersihan Lapangan

Panjang = 10500 m

Lebar = 60 m

Luas = 630000 m^2

10. Mobilisasi

Jumlah = 1Ls (Aaumsi)

11. Pemasangan Seng Gelombang 2 m untuk *Stock Pile*

Panjang = 100 m

Jumlah = 4 buah

Total Panjang = 400 m

2. Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah

1. Pekerjaan Cement Treated Sub – Base

Panjang = 10500 m
 Lebar = 9,2 m
 Tebal = 0,1 m
 Volume = $2 \times 9660 \text{ m}^3$
 = 19320 m^3

2. Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)

Panjang = 10500 m
 Lebar = 9,2 m
 Volume = $2 \times 96600 \text{ m}^2$
 = 193200 m^2

Ketentuan spesifikasi untuk prime coat adalah 0,4 – 3 liter/ m^3

Asumsi perhitungan menggunakan 0,4 liter/ m^3

Volume = Luas x 0,4 liter/ m^3
 = $193200 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ liter}/\text{m}^3$
 = 77280 Liter

3. Pekerjaan Lapis Agregat Kelas A

Panjang = 10500 m

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 3 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,28 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times 8820 \text{ m}^3 \\
 &= 17640 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Perkerasan Kaku

1. Pekerjaan Perkerasan Kaku Dengan *Slipform Paver*

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 10500 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 7,2 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,28 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times 21168 \text{ m}^3 \\
 &= 42336 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Perkerasan Kaku Secara Manual

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 10500 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,28 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times 4410 \text{ m}^3 \\
 &= 8820 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Pembesian Dowel

$$\begin{aligned}
 \text{Diamater} &= 36 \text{ mm} \\
 \text{Panjang} &= 450 \text{ mm} \\
 \text{Volume 1 Dowel} &= 458044,2 \text{ mm}^2 \\
 \text{Jarak antar Dowel} &= 300 \text{ mm} \\
 \text{Jumlah dowel dalam satu cutting} &= 24 \text{ buah} \\
 \text{Jumlah cutting} &= 2331 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Kebutuhan Dowel} &= 2 \times 2331 \times 36 \\ &= 167832 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\text{Volume Total} = 458044,2$$

$$\text{mm}^2 \times 167832 \text{ buah}$$

$$= 76874474174$$

$$\text{mm}^3 = 76,874 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Baja} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat} = 76,874 \text{ m}^3 \times$$

$$7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 603460,9 \text{ kg}$$

4. Pekerjaan Pembesian Tie Bars

$$\text{Diameter} = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 700 \text{ mm}$$

$$\text{Volume 1 tiebars} = 140743,4$$

$$\text{mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tiebars} = 750 \text{ mm}$$

$$\text{Jumlah tiebars dalam 1 baris memanjang} = 3938 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah baris dalam 2 lajur} = 6$$

$$\text{Total Kebutuhan Tiebars} = 6 \times 3938 \text{ buah}$$

$$= 23628 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total} = 140743,4$$

$$\text{mm}^2 \times 23628 \text{ buah}$$

$$= 3325483894,6$$

$$\text{mm}^2$$

$$= 3,325 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Baja} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,325 \, m^3 \times \\
 &7850 \, \frac{kg}{m^3} \\
 \text{Berat} &= 26105 \, kg
 \end{aligned}$$

5. Pekerjaan Tulangan

A. Tulangan Memanjang

$$\text{Diameter} = 19 \, mm$$

$$\text{Panjang} = 10500 \, m$$

$$= 10500000$$

mm

$$\text{Jarak antar tulangan} = 225 \, mm$$

$$\text{Volume 1 tulangan} = 334089529,2$$

mm^3

$$\text{Total Kebutuhan dalam 2 Lajur} = 64 \, \text{buah}$$

Volume Total

$$= 334089529,2$$

$$mm^3 \times 64 \, \text{buah}$$

$$= 21381729865,8$$

mm^3

$$= 21,382 \, m^3$$

$$\text{Berat Jenis Baja} = 7850 \, \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Berat} = 21,382 \, m^3 \times$$

$$7850 \, \frac{kg}{m^3}$$

B. Tulangan Memanjang

$$\text{Diameter} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 7200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = 350 \text{ mm}$$

$$\text{Volume 1 tulangan} = 814399,8 \text{ mm}^3$$

$$\text{Total kebutuhan dalam 2 jalur} = 16880 \text{ buah}$$

$$\text{Volume Total} = 814399,8 \text{ mm}^3 \times 16880 \text{ buah}$$

$$= 13745397771 \text{ mm}^3$$

$$= 13,745 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Baja} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat} = 13,745 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 107901,4 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \text{Berat tulangan memanjang} + \\ &\text{berat tulangan melintang} \end{aligned}$$

$$= 275748 \text{ kg}$$

4. Pekerjaan Aspal

1. Pekerjaan Asphal Treated Base

$$\text{Panjang} = 10500 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 2 \times 3150 \text{ m}^3$$

$$= 6300 \text{ m}^3$$

Berat Jenis Aspal = $2,2 \text{ T/m}^3$

Berat = $6300 \text{ m}^3 \times 2,2 \text{ T/m}^3$

= 13860 Ton

5. Pekerjaan Drainase

1. Pekerjaan Galian Tanah

STA	P (m)	I (m)	t (m)	Voume (m3)
0+000 - 0+400 a	400	0,7	1	680
0+000 - 0+400 b	400	0,7	1	680
0+400 - 0+591 a	191	0,7	1	324,7
0+400 - 0+591 b	191	0,7	1	324,7
0+591 - 1+300 a	709	0,7	1	1205,3
0+591 - 1+300 b	709	0,7	1	1205,3
1+300 - 1+850 a	550	0,7	1	935
1+300 - 1+850 b	550	0,7	1	935
1+850 - 2+340 a	490	0,7	1	833
1+850 - 2+340 b	490	0,7	1	833
2+340 - 2+950 a	610	0,7	1	1037
2+340 - 2+950 b	610	0,7	1	1037
2+950 - 3+600 a	650	0,7	1	1105
2+950 - 3+600 b	650	0,7	1	1105
3+600 - 4+090 a	490	0,7	1	833
3+600 - 4+090 b	490	0,7	1	833
4+090 - 4+800 a	710	0,7	1	1207
4+090 - 4+800 b	710	0,7	1	1207
4+800 - 5+600 a	800	0,7	1	1360
4+800 - 5+600 b	800	0,7	1	1360
5+600 - 6+540 a	940	0,7	1	1598

5+600 - 6+540 b	940	0,7	1	1598
6+540 - 7+450 a	910	0,7	1	1547
6+540 - 7+450 b	910	0,7	1	1547
7+540 - 8+370 a	830	0,7	1	1411
7+540 - 8+370 b	830	0,7	1	1411
8+370 - 9+200 a	830	0,7	1	1411
8+370 - 9+200 b	830	0,7	1	1411
9+200 - 10+100 a	900	0,7	1	1530
9+200 - 10+100 b	900	0,7	1	1530
10+100 - 10+500 a	400	0,7	1	680
10+100 - 10+500 b	400	0,7	1	680
ΣJumlah				17697

2. Pekerjaan Pasangan Batu Kali 15/20

STA	p (m)	LI (m ²)	L2 (m ²)	L3 (m ²)	Volume (m ³)
0+000 - 0+400 a	400	0,3	0,2	0,2	280
0+000 - 0+400 b	400	0,2	0,3	0,3	320
0+400 - 0+591 a	191	0,3	0,2	0,2	133,7
0+400 - 0+591 b	191	0,2	0,3	0,3	152,8
0+591 - 1+300 a	709	0,3	0,2	0,2	496,3
0+591 - 1+300 b	709	0,2	0,3	0,3	567,2
1+300 - 1+850 a	550	0,3	0,2	0,2	385
1+300 - 1+850 b	550	0,2	0,3	0,3	440
1+850 - 2+340 a	490	0,3	0,2	0,2	343
1+850 - 2+340 b	490	0,2	0,3	0,3	392
2+340 - 2+950 a	610	0,3	0,2	0,2	427
2+340 - 2+950 b	610	0,2	0,3	0,3	488

2+950 - 3+600 a	650	0,3	0,2	0,2	455
2+950 - 3+600 b	650	0,2	0,3	0,3	520
3+600 - 4+090 a	490	0,3	0,2	0,2	343
3+600 - 4+090 b	490	0,2	0,3	0,3	392
4+090 - 4+800 a	710	0,3	0,2	0,2	497
4+090 - 4+800 b	710	0,2	0,3	0,3	568
4+800 - 5+600 a	800	0,3	0,2	0,2	560
4+800 - 5+600 b	800	0,2	0,3	0,3	640
5+600 - 6+540 a	940	0,3	0,2	0,2	658
5+600 - 6+540 b	940	0,2	0,3	0,3	752
6+540 - 7+450 a	910	0,3	0,2	0,2	637
6+540 - 7+450 b	910	0,2	0,3	0,3	728
7+450 - 8+370 a	830	0,3	0,2	0,2	581
7+450 - 8+370 b	830	0,2	0,3	0,3	664
8+370 - 9+200 a	830	0,3	0,2	0,2	581
8+370 - 9+200 b	830	0,2	0,3	0,3	664
9+200 - 10+100 a	900	0,3	0,2	0,2	630
9+200 - 10+100 b	900	0,2	0,3	0,3	720
10+100 - 10+500 a	400	0,3	0,2	0,2	280
10+100 - 10+500 b	400	0,2	0,3	0,3	320
				ΣJumlah	15615

3. Pekerjaan Plesteran

STA	p (m)	l (m)	Luas (m2)
0+000 - 0+400 a	400	0,2	80
0+000 - 0+400 b	400	0,2	80
0+400 - 0+591 a	191	0,2	38,2
0+400 - 0+591 b	191	0,2	38,2

0+591 - 1+300 a	709	0,2	141,8
0+591 - 1+300 b	709	0,2	141,8
1+300 - 1+850 a	550	0,2	110
1+300 - 1+850 b	550	0,2	110
1+850 - 2+340 a	490	0,2	98
1+850 - 2+340 b	490	0,2	98
2+340 - 2+950 a	610	0,2	122
2+340 - 2+950 b	610	0,2	122
2+950 - 3+600 a	650	0,2	130
2+950 - 3+600 b	650	0,2	130
3+600 - 4+090 a	490	0,2	98
3+600 - 4+090 b	490	0,2	98
4+090 - 4+800 a	710	0,2	142
4+090 - 4+800 b	710	0,2	142
4+800 - 5+600 a	800	0,2	160
4+800 - 5+600 b	800	0,2	160
5+600 - 6+540 a	940	0,2	188
5+600 - 6+540 b	940	0,2	188
6+540 - 7+450 a	910	0,2	182
6+540 - 7+450 b	910	0,2	182
7+450 - 8+370 a	830	0,2	166
7+450 - 8+370 b	830	0,2	166
8+370 - 9+200 a	830	0,2	166
8+370 - 9+200 b	830	0,2	166
9+200 - 10+100 a	900	0,2	180
9+200 - 10+100 b	900	0,2	180
10+100 - 10+500 a	400	0,2	80
10+100 - 10+500 b	400	0,2	80
ΣJumlah			2082

4. Pekerjaan Beton K – 250 untuk Saluran Tengah

STA	P (m)	LI (m ²)	L2 (m ²)	L3 (m ²)	Volume (m ³)
0+000 - 10+500	10500	0,075	0,15	0,15	3937,5

6. Pekerjaan Perlengkapan Jalan

1. Pekerjaan Pembuatan Marka Jalan

a). Garis Utuh

Panjang = 10800 m

Lebar = 0,12 m

Tebal = 0,002 m

Jumlah dalam 2 jalur = 4 buah

Total panjang = 4 x 10800 m

= 43200 m

b). Garis Putus – Putus

Panjang = 5 m

Lebar = 0,12 m

Tebal = 0,002 m

Jarak antar marka = 8 m

Jumlah garis = 1312 buah

= 1312 x 5

= 6563 m

2. Median Concrete Barrier

Panjang jalan = 10500

Panjang 1 barrier = 1 m

Kebutuhan barrier = 10500 m

5.10.3 Rencana Anggaran Biaya Tahap 1

Tabel 5.36 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Tahap 1

No Divisi	Uraian	Jumlah Harga (Rp.)
1	Umum	456.852.500,00
3	Pekerjaan Tanah	119.701.668.219,94
5	Pekerjaan Berbutir	405.687.855.960,94
6	Pekerjaan Aspal	47.564.218.183,27
7	Pekerjaan Struktur	284.460.536.696,91
8	Pekerjaan Lampu Jalan	2.544.730.708,384
Jumlah Harga		860.415.862.269,45
PPN 10%		86.041.586.226,95
Jumlah Total Harga		946.457.448.496,40
Dibulatkan		946.457.500.000,00
Terbilang :		
Sembilan Ratus Empat Puluh Enam Milyar Empat Ratus Lima Puluh Tujuh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah		

5.10.4 Analisa Harga Dasar Dan Upah Pembangunan Tahap

2

Pada pembangunan tahap 2 Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar ini terjadi akibat adanya penambahan lajur lalu – lintas disetiap jalur agar dapat menampung kapasitas kendaraan yang diperkirakan melewati Jalan Tol ini. Pembangunan Tahap 2 terjadi pada tahun 2035. Sedangkan penulis memiliki HSPK dan harga dasar kota Sidoarjo pada tahun 2016, maka dari itu diperkirakan adanya inflasi ekonomi yang terjadi untuk memperkirakan harga dasar upah tahun 2035. Inflasi ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini,

Tabel 5.36 Laju PDRB Rata - rata

Tahun	Kota		Laju PDRB rata2
	Sidoarjo	Gresik	
2011	7,04	6,48	6,76%
2012	7,26	6,92	7,09%
2013	6,88	6,03	6,46%
2014	6,18	7,06	6,62%
Laju PDRB			6,73%

Sumber : Laju pertumbuhan PDRB Menurut Lapangan Usaha

Berdasarkan tabel diatas didapatkan laju PDRB 6,73%, dari hasil rata – rata tersebut pada tahun 2035 yang merupakan pembangunan tahap 2 dapat dihitung dengan laju PDRB pada rata – rata Tabel diatas :

$$\begin{aligned}
 \text{Inflasi Tahun 2035} &= \frac{\text{PDRB rata} - \text{rata}}{100} \times (1^{2035-2014}) \\
 &= \frac{6,73}{100} \times (1^{2035-2014}) = 1,413 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 5.37 Analisa Harga Dasar Dan Upah Pembangunan Tahun 2035

No Divisi	Uraian	Jumlah Harga (Rp.)
1	Umum	614.923.465,00
3	Pekerjaan Tanah	161.118.445.424,05
5	Pekerjaan Berbutir	682.939.099.406,51
6	Pekerjaan Aspal	47.564.218.183,27
7	Pekerjaan Struktur	382.883.882.394,05
8	Pekerjaan Lampu Jalan	3.425.207.533,485
Jumlah Harga		1.278.545.776.406,35
PPN 10%		127.854.577.640,64
Jumlah Total Harga		1.406.400.354.046,99
Dibulatkan		1.406.400.350.000,00
Terbilang :		
Satu Trilyun Empat Ratus Enam Milyar Empat Ratus Juta Tiga Raus Lima Puluh Ribu Rupiah		

Sumber : Hasil Perhitungan

5.10.4 Analisa Harga Dasar Dan Upah Pembangunan Tahap 3

Pada pembangunan tahap 2 Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar ini terjadi akibat adanya penambahan lajur lalu – lintas disetiap jalur agar dapat menampung kapasitas kendaraan yang diperkirakan melewati Jalan Tol ini. Pembangunan Tahap 2 terjadi pada tahun 2044. Sedangkan penulis memiliki HSPK dan harga dasar kota Sidoarjo pada tahun 2016, maka dari itu diperkirakan adanya inflasi ekonomi yang terjadi untuk memperkirakan harga dasar upah tahun 2044. Inflasi ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini,

Tabel 5.38 Laju PDRB Rata - rata

Tahun	Kota		Laju PDRB rata2
	Sidoarjo	Gresik	
2011	7,04	6,48	6,76%
2012	7,26	6,92	7,09%
2013	6,88	6,03	6,46%
2014	6,18	7,06	6,62%
Laju PDRB			6,73%

Sumber : Laju pertumbuhan PDRB Menurut Lapangan Usaha

Berdasarkan tabel diatas didapatkan laju PDRB 6,73%, dari hasil rata – rata tersebut pada tahun 20 yang merupakan

pembangunan tahap 3 dapat dihitung dengan laju PDRB pada rata – rata Tabel diatas :

$$\begin{aligned}\text{Inflasi Tahun 2035} &= \text{PDRB rata} - \text{rata} / 100 \times (1^{2044-2014}) \\ &= 6,73 / 100 \times (1^{2044-2014}) = 2,019 \%\end{aligned}$$

Tabel 5.39 Analisa Harga Dasar Dan Upah Pembangunan Tahap 3 Tahun 2044

No Divisi	Uraian	Jumlah Harga (Rp.)
1	Umum	891.776.080,00
3	Pekerjaan Tanah	233.657.656.365,33
5	Pekerjaan Berbutir	1.338.095.400.782,16
6	Pekerjaan Aspal	92.845.353.893,73
7	Pekerjaan Struktur	555.266.967.632,37
8	Pekerjaan Lampu Jalan	4.967.314.342,765
Jumlah Harga		2.225.724.469.096,36
PPN 10%		222.572.446.909,64
Jumlah Total Harga		2.448.296.916.006,00
Dibulatkan		

	2.448.296.900.000,00
Terbilang :	
Dua Trilyun Empat Ratus Empat Puluh Delapan Milyar Dua Ratus Sembilan Puluh Enam Juta Sembilan Ratus Ribu Rupiah	

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan serta analisa yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal antara lain sebagai berikut :

Berdasarkan perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder pada awal perencanaan jalan tol 2/2UD derajat krjrnuhan (D/S) didapatkan 0,13 tahun 2019 hingga tahun 2034 (D/S) 0,805. Pada tahun 2034 (D/S) 0,297 Pelebaran jalan 4/2UD hingga tahun 2043 (D/S) 0,77sengga dibutuhkan pembahan lajur menjadi 6/2D. Pada geometrik jalan Alinyemen Horizontal terdapat 5 tikungan. Pada tikungan PL 01 STA 0+826 – STA 1+221, memenuhi persyaratan $L_c 103,35 \text{ m} < 2 T_c 790 \text{ m}$, Pada tikungan PL 02 STA 2+347 – STA 4+553, PL 03 STA 2+347 – STA 3+044 memenuhi persyaratan $L_c PL 02 243,175 \text{ m} < 2 T_c 1374 \text{ m}$, $L_c PL 03 2790 \text{ m} < 2 T_c 3018 \text{ m}$, Pada tikungan PL 02 STA 2+347 – STA 4+553, PL 04 STA 7+202 – STA 7+576 memenuhi persyaratan $L_c PL 04 97,86 \text{ m} < 2 T_c 784 \text{ m}$, PL 05 STA 9+248 – STA 9+700 memenuhi persyaratan $L_c PL 05 118,2 \text{ m} < 2 T_c 586 \text{ m}$. Pada alinyemen vetrikal tedapat 3 alinyemen 1 STA 0+150 – STA 3+255 cembung, alinyemen 2 STA 0+575 – 1+839 cekung, dan alinyemen 3 STA 1+000 – 3+915 cekung. Tebal perkerasan yang digunakan pada pembangunan Tahap 1, Tahap 2, dan Tahap 3 yaitu tebal plat 270 mm menggunakan sambungan (BBDT). Pada perencanaan saluran drainase debit air $0,637 \frac{m^3}{detik}$, i (kemiringan saluran rencana) $0,69\% > i$ lapangan $0,0025\%$, dan dimensi saluran $0,56 m^2$. Rencana anggaran biaya pembangunan tahap 1 senilai Rp 946.457.500.000,- (Sembilan ratus empat puluh enam milyar lima puluh tujuh juta lima ratus ribu rupiah). Rencana anggaran biaya pembangunan tahap 2

senilai Rp 1.406.400.350.000,00 (Satu trilyun empat ratus enam milyar empat ratus juta tiga ratus lima puluh ribu rupiah). pembangunan tahap 3 senilai Rp 2.448.296.900,- (Dua trilyun empat ratus enam puluh delapan milyar dua ratus sembilan puluh enam juta sembilan ratus ribu rupiah).

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian yang lebih berkembang tentang tata guna lahan jalan tol agar lebih efisien dalam pembangunan dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga ,
2009 “ *Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan
Untuk Jalan Tol*”, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga ,
1997 “ *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*”, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga ,
2006 “ *Perkerasan Beton Semen*”, Jakarta
- Gunadarma, “*Rekayasa Jalan Raya*”, Jakarta
- Satuan Standart Nasional, 1994“ *Tata Cara Perencanaan
Drainase Jalan*”, Jakarta

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Putri Nur Dayana, merupakan anak ke- 4 dari 5 bersaudara. Lahir di Banyuwangi pada Tanggal 6 Juni 1993. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Khodijah 74 Banyuwangi, SD Negeri 3 Sragen Banyuwangi, SMP Negeri 2 Cluring Banyuwangi, MAN 3 Banyuwangi dan D3 Politeknik Negeri Banyuwangi. Setelah lulus D3 Politeknik Negeri Banyuwangi, penulis mengikuti ujian masuk diploma 4 lanjut jenjang Teknik Sipil ITS. Dijurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil bidang studi bangunan transportasi. Penulis juga pernah aktif dalam organisasi diantaranya Anggota Osis SMPN 2 Cluring, Anggota Osis MAN 3 Banyuwangi, Anggota BEM Politeknik Negeri Banyuwangi. Selain itu penulis juga aktif dalam beberapa kepanitiaan selama menjadi mahasiswa. Selain itu penulis juga sempat mengikuti Kerja Praktek BUMN PT.PP PERSERO Tbk. Pada Proyek “Pembangunan Hotel Santika Banyuwangi”. Pada program studi diploma Teknik Sipil ITS ini, Penulis Mengambil Judul, “Perencanaan Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar STA 0+000 – STA 10+500 Berdasarkan Perkerasan Kaku Metode Bina Marga Kabupaten Sidoarjo – Kabupaten Gresik Jawa Timur. Penulis dapat dihubungi via email putrinurd93@gmail.com.

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2008

NAMA STASIUN	KRIAN
Kode Stasiun	140
Lintang Selatan	07.24,492
Bujur Timur	112.34,737
Elevasi	359 m dpl

Wilayah Sungai Desa Kecamatan Kabupaten	Buntung Krian KRIAN Sidoarjo	Kode Database Tahun Pendirian Tipe Alat Pengelola	Biasa (M UPT PSA
--	---------------------------------------	--	---------------------

[illegible]

30	44		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	45		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BULANAN	270	96	148	45	3	3	0	0	0	18	173	
Periode 1	67	58	56	35	3	0	0	0	0	0	50	
Periode 2	27	8	47	0	0	0	0	0	0	0	48	
Periode 3	176	30	45	10	0	3	0	0	0	18	75	
Maksimum	64	20	34	23	3	3	0	0	0	10	33	
Hari Hujan	13	11	13	6	1	1	0	0	0	3	11	

Tahunan	1020
Hujan Maks	64
Hari Hujan	77

DATA CURAH HUJAN HARIAN
TAHUN 2009

NAMA STASIUN	KRIAN
Kode Stasiun	140
Lintang Selatan	07.24,492
Bujur Timur	112.34,737
Elevasi	359 m dpl

Wilayah Sungai	Buntung	Kode Database
Desa	Krian	Tahun Pendirian
Kecamatan	KRIAN	Tipe Alat
Kabupaten	Sidoarjo	Pengelola

Tanggal	B U L A N (mm)									
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT
1	18	4	3	10	0	16	0	0	0	0
2	4	51	3	23	0	5	0	0	0	0
3	1	6	34	5	0	0	0	0	0	0
4	0	8	2	5	0	14	0	0	0	0
5	4	25	37	58	0	0	0	0	0	0
6	0	4	101	14	0	0	0	0	0	0

7	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
9	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	6	52	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	17	0	6	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	50	11	0	0	0	0	0	0
22	0	23	0	10	0	0	0	0	0	0	2
23	0	35	16	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	25	0	0	10	0	0	0	0	0	0

ciii

25	44	47	0	0	5	0	0	0	0	0
26	6	22	3	0	48	0	0	0	0	6
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
28	20	43	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	5	0	0	0	0	0
31	60		0		3		0	0		0
BULANAN	214	327	311	189	82	35	0	0	0	18
Periode 1	84	107	196	115	0	35	0	0	0	0
Periode 2	0	25	96	14	0	0	0	0	0	0
Periode 3	130	195	19	60	82	0	0	0	0	18
Maksimum	60	51	101	58	48	16	0	0	0	10
Hari Hujan	10	17	14	10	6	3	0	0	0	3

Tahunan	1314
Hujan Maks	101
Hari Hujan	74

DATA CURAH HUJAN HARIAN
TAHUN 2010

NAMA STASIUN	KRIAN
Kode Stasiun	140
Lintang Selatan	07.24,492
Bujur Timur	112.34,737
Elevasi	359 m dpl

Wilayah Sungai	Buntung	Kode Database
Desa	Krian	Tahun Pendirian
Kecamatan	KRIAN	Tipe Alat
Kabupaten	Sidoarjo	Pengelola

Tanggal	B U L A N (mm)									
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT

19	0	38	9	1	0	0	0	0	0	0
20	34	10	0	2	37	0	0	0	0	4
21	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	21	0	0	0	2	0	0	10	0	46
23	4	23	0	0	0	0	0	1	2	0
24	15	0	2	13	37	0	0	0	1	0
25	50	0	32	16	0	0	0	51	1	0
26	14	18	0	0	0	0	15	0	0	0
27	38	0	8	0	0	0	0	0	0	0
28	0	4	0	3	0	0	17	0	0	0
29	0		0	6	0	0	0	0	0	0
30	13		0	0	0	0	0	0	0	0
31	11		20		0		0	0		9
BULANAN	320	226	156	150	85	23	37	62	20	243
Periode 1	78	52	52	62	7	21	0	0	11	0
Periode 2	46	129	42	50	39	2	5	0	5	188
Periode 3	196	45	62	38	39	0	32	62	4	55
Maksimum	50	75	32	42	37	21	17	51	6	157

Hari Hujan	18	12	14	13	6	2	3	3	7	6
------------	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---

Tahunan	1836
Hujan Maks	157
Hari Hujan	108

DATA CURAH HUJAN HARIAN
TAHUN 2011

NAMA STASIUN	KRIAN
Kode Stasiun	140
Lintang Selatan	07.24,492
Bujur Timur	112.34,737

Wilayah Sungai	Buntung	Kode Database
Desa	Krian	Tahun Pendirian
Kecamatan	KRIAN	Tipe Alat

Elevasi	359 m dpl	Kabupaten	Sidoarjo	Pengelola
---------	-----------	-----------	----------	-----------

Tanggal	B U L A N (mm)									
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT
1	49	28	14	10	14	0	0	0	0	0
2	8	33	58	34	40	0	0	0	0	0
3	0	16	0	0	61	0	0	0	0	0
4	3	4	6	11	0	0	0	0	0	0
5	0	6	0	0	4	0	0	0	0	0
6	4	0	0	3	3	0	0	0	0	0
7	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
8	9	3	43	8	0	0	0	0	0	0
9	12	0	0	1	18	0	0	0	0	0
10	4	16	0	8	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
12	2	4	11	10	0	0	0	0	0	0
13	0	20	3	4	0	0	0	0	0	0
14	0	8	0	13	10	0	0	0	0	0

cix

15	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
16	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0
17	3	1	26	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0
19	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
20	16	0	0	0	19	0	0	0	0	0
21	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
23	0	6	0	36	0	0	0	0	0	0
24	0	2	35	0	0	0	0	0	0	0
25	6	0	7	0	0	0	0	0	0	0
26	14	6	93	27	0	0	0	0	0	0
27	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
28	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0
29	3		82	4	0	5	0	0	0	0
30	29		0	0	0	9	0	0	0	0
31	39		0		0		0	0		0
BULANAN	215	177	385	195	190	14	0	0	0	0

Periode 1	89	106	123	76	140	0	0	0	0	0
Periode 2	21	51	40	41	50	0	0	0	0	0
Periode 3	105	20	222	78	0	14	0	0	0	0
Maksimum	49	33	93	36	61	9	0	0	0	0
Hari Hujan	16	17	14	18	9	2	0	0	0	0

Tahunan	1754
Hujan Maks	93
Hari Hujan	101

DATA CURAH HUJAN HARIAN
TAHUN 2012

NAMA STASIUN	KRIAN
Kode Stasiun	140
Lintang Selatan	07.24,492
Bujur Timur	112.34,737
Elevasi	359 m dpl

Wilayah Sungai	Buntung	Kode Database
Desa	Krian	Tahun Pendirian
Kecamatan	KRIAN	Tipe Alat
Kabupaten	Sidoarjo	Pengelola

Tanggal	B U L A N (mm)									
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT
1	12	0	4	2	0	0	0	0	0	0
2	5	0	5	4	0	0	0	0	0	0
3	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0
4	6	0	0	3	5	0	0	0	0	0
5	35	0	0	96	0	0	0	0	0	0
6	13	0	5	20	0	0	0	0	0	0
7	16	0	33	0	0	0	0	0	0	0
8	32	0	23	0	8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0
10	30	0	0	0	5	4	0	0	0	0

11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	6	0	25	0	0	0	0	0	0	0
13	12	0	8	0	0	0	0	0	0	0
14	7	0	11	0	12	0	0	0	0	0
15	36	0	0	0	1	0	0	0	0	0
16	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0
17	0	3	12	1	2	0	0	0	0	0
18	14	0	0	0	1	0	0	0	0	0
19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	63	7	0	40	0	0	0	0	0	0
21	2	0	0	40	0	3	0	0	0	0
22	17	0	0	70	0	6	0	0	0	0
23	15	0	7	7	0	0	0	0	0	0
24	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	4	0	42	0	0	0	0	0	0	0
27	5	9	0	11	0	0	0	0	0	0
28	8	25	0	0	0	0	0	0	0	0

29	10	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0
30	30		0	0	1	0	0	0	0	0
31	12		0		0		0	0		0
BULANAN	402	47	198	300	39	22	0	0	0	0
Periode 1	149	0	80	131	19	13	0	0	0	0
Periode 2	150	13	65	41	16	0	0	0	0	0
Periode 3	103	34	53	128	3,5	9	0	0	0	0
Maksimum	63	25	42	96	12	9	0	0	0	0
Hari Hujan	25	5	14	12	10	4	0	0	0	0

Tahunan	1429
Hujan Maks	96
Hari Hujan	96

DATA CURAH HUJAN HARIAN
TAHUN 2013

NAMA STASIUN	KRIAN
Kode Stasiun	140
Lintang Selatan	07.24,492
Bujur Timur	112.34,737
Elevasi	359 m dpl

Wilayah Sungai	Buntung	Kode Database
Desa	Krian	Tahun Pendirian
Kecamatan	KRIAN	Tipe Alat
Kabupaten	Sidoarjo	Pengelola

Tanggal	B U L A N (mm)									
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT
1	19	0	1	12	17	0	3	0	0	0
2	80	45	0	0	0	2	0	0	0	0
3	11	19	0	7	0	5	17	0	0	0
4	0	1	29	28	3	14	7,5	0	0	0
5	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0
6	0	5	30	26	0	127	0	0	0	0
7	7	0	0	1	0	4	0	0	0	0

8	0	0	0	43	0	9	0	0	0	0
9	0	0	6	0	25	0	0	0	0	0
10	0	2	0	12	0	4	0	0	0	0
11	0	27	3	0	0	10,5	0	0	0	0
12	0	1	13	3	0	0	0	0	0	0
13	0	0	59	2	0	5	23	0	0	0
14	3	0	27	4	0	8	1	0	0	0
15	51	0	2	0	0	0	34	0	0	0
16	18	5	2	36	0	0	0	0	0	0
17	0	4	18	0	0	16	0	0	0	0
18	1	39	5	2	0	10	0	0	0	0
19	0	0	25	36	0	0	0	0	0	0
20	80	0	0	5	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
22	41	0	0	0	23	0	3	0	0	0
23	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0
24	4	18	0	9	4	2,5	0	0	0	0
25	13	4	36	0	0	0	0	0	0	0

26	20	0	0	4	0	0	0	0	0	0
27	9	33	0	0	29	15	0	0	0	0
28	65	3	49	2,5	9	6	0	0	0	0
29	53		1	0	0	0	0	0	0	0
30	0		3	12	9,5	0	0	0	0	0
31	52		0		0		0	0		0
BULANAN	527	209	313	255	122	238	89	0	0	0
Periode 1	117	75	68	132	45	165	27,5	0	0	0
Periode 2	153	76	154	88	0	49,5	58	0	0	0
Periode 3	257	58	91	34,5	76,5	23,5	3	0	0	0
Maksimum	80	45	59	43	29	127	34	0	0	0
Hari Hujan	17	15	19	20	9	15	7	0	0	0

Tahunan	2108
Hujan Maks	127
Hari Hujan	119

DATA CURAH HUJAN HARIAN
TAHUN 2014

NAMA STASIUN	KRIAN
Kode Stasiun	140
Lintang Selatan	07.24,492
Bujur Timur	112.34,737
Elevasi	359 m dpl

Wilayah Sungai	Buntung	Kode Database
Desa	Krian	Tahun Pendirian
Kecamatan	KRIAN	Tipe Alat
Kabupaten	Sidoarjo	Pengelola

Tanggal	B U L A N (mm)									
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT
1	0	5	19	3	3,5	0	0	0	0	0
2	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0
3	0	11	10	0	0	0	0	0	0	0
4	26	12	7	0	0	7	0	0	0	0

5	29	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	24	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
7	13	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
8	1	21	25	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0
10	28	17	0	34	0	0	0	0	0	0	0
11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	30	0	46	19	0	0	0	0	0	0	0
13	5	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	0	35	27	0	0	20	0	0	0	0
15	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	17	9	5	56	0	0	0	0	0
18	0	0	5	0	0	45	0	0	0	0	0
19	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
22	9	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0

23	4	0	5	0	2	0	0	0	0	0
24	1	0	7	0	0	3	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
26	0	0	17	69	25	0	17	0	0	0
27	21	0	5	16	10	0	0	0	0	0
28	27	0	14	7	0	0	0	0	0	0
29	0		0	6,5	0	0	0	0	0	0
30	19		43	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0
BULANAN	251	74	355	288	0	111	44	0	0	0
Periode 1	121	74	88	116	3,5	7	0	0	0	0
Periode 2	49	0	159	73	5	101	20	0	0	0
Periode 3	81	0	108	98,5	47	3	24	0	0	0
Maksimum	30	21	49	69	25	56	20	0	0	0
Hari Hujan	17	6	18	14	6	4	3	0	0	0

Tahunan	1559
Hujan	72

Maks	
Hari Hujan	94

